



DIRCELENE DE REZENDE ARANTES OLIVEIRA

**CONCEITOS DE TERMODINÂMICA ABORDADOS EM UMA
PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR: UMA PROPOSTA PARA
O ENSINO MÉDIO**

**LAVRAS -MG
2023**

DIRCELENE DE REZENDE ARANTES OLIVEIRA

**CONCEITOS DE TERMODINÂMICA ABORDADOS EM UMA PERSPECTIVA
INTERDISCIPLINAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Helena Libardi
Orientadora

**LAVRAS - MG
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Oliveira, Dircelene de Rezende Arantes.

Conceitos de termodinâmica abordados em uma perspectiva interdisciplinar : uma proposta para o ensino médio / Dircelene de Rezende Arantes Oliveira. - 2023.
58 p. : il.

Orientador(a): Helena Libardi.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. Ensino interdisciplinar. 2. Estratégias de ensino.
3. Termodinâmica e corpo humano. I. Libardi, Helena.
II. Título.

O conteúdo desta obra é de responsabilidade do(a) autor(a) e de seu orientador(a).

DIRCELENE DE REZENDE ARANTES OLIVEIRA

**CONCEITOS DE TERMODINÂMICA ABORDADOS EM UMA PERSPECTIVA
INTERDISCIPLINAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO
THERMODYNAMIC CONCEPTS APPROACHED FROM AN
INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE: A PROPOSAL FOR HIGH SCHOOL
EDUCATION**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 19/10/2023.
Dra. Luiza Seligman
Dra. Iraziet da Cunha Charret

Profa. Dra. Helena Libardi
Orientadora

**LAVRAS - MG
2023**

Dedico este trabalho a toda a minha família, de modo especial a minha mãe, meu pai (in memoriam), meu esposo e minhas filhas. Família!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde, persistência para que eu pudesse concluir meu projeto.

À turma do 2º Ano 9 da Escola Estadual Américo Dias Pereira, que participaram com carinho da minha pesquisa.

À direção, coordenação e professores da Escola Estadual Américo Dias Pereira pelo apoio durante toda a pesquisa.

Ao meu esposo Ricardo, que me apoiou e compartilhou comigo durante toda a pesquisa as alegrias e tristezas.

Às minhas queridas filhas Ana Carolina e Sofia, por cada gesto de carinho e amor. Por estarem sempre presentes compreender e suportar minhas ausências.

Às minhas irmãs, Andréa e Gisele, pelo apoio, carinho e por compartilharem todos os momentos de angústias e alegrias.

A toda a minha família, colegas de mestrado e amigos pelo carinho e apoio. Em especial, à Maria do Carmo, Ana Paula Leal, Ana Paula Lemos, Daiana e Suely com quem mantive mais contato e troca de experiências.

À minha orientadora, a professora Dra. Helena Libardi, que sempre colaborou com suas considerações e conhecimentos, por toda a dedicação e incentivo, que foram fundamentais para meu crescimento.

A todos os professores do curso do Mestrado da UFLA, que durante todo curso, propiciaram a construção e reconstrução de conhecimento que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Às professoras, membros da banca, que contribuíram com suas considerações para meu trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão do meu trabalho.

Meus agradecimentos.

“Não existe nada de completamente errado no mundo, mesmo um relógio parado, consegue estar certo duas vezes por dia”.

(Paulo Coelho)

“Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais”.

(Rubem Alves)

RESUMO

Neste trabalho, procuramos criar uma sequência didática desenvolvida para levar os estudantes a analisar, discutir, levantar hipóteses e tirar suas conclusões da relação entre Termodinâmica, termoquímica e o metabolismo com o corpo humano, considerando a necessidade de utilizar métodos que possam estimular a criatividade e participação dos estudantes, favorecendo o diálogo estudante-estudante e estudante-professor através das atividades, promovendo, assim, uma compreensão mais ampla sobre a temática e contribuindo para o desenvolvimento de competências como a argumentação, a empatia, o pensamento crítico, levantamento de hipóteses e habilidades como a capacidade de realizar trabalhos em grupo e resolver problemas. Pensando em um tema atual, que pudesse gerar discussões, que despertam o interesse, os desejos e anseios de compreender e testar seus conhecimentos, optamos por trabalhar a termodinâmica e o corpo humano, um tema que pode despertar nos estudantes o desejo de ampliar seus conhecimentos. A sequência desenvolvida, com o título “Interdisciplinaridade no ensino de Física: termodinâmica no funcionamento do corpo humano” foi elaborada com nove aulas e desenvolvida em uma turma do segundo ano do ensino médio. Por se tratar de um tema interdisciplinar que envolve conhecimento de Física, a termodinâmica, de Química, os valores energéticos, e de Biologia, o metabolismo, além de outros conhecimentos subentendidos, esperamos que, no final da sequência, com o uso dos recursos propostos, os estudantes consigam estabelecer uma relação entre estes conteúdos e situações cotidianas por eles vivenciadas. As coletas dos dados para análise foram feitas a partir da participação e socialização dos materiais escritos pelos estudantes durante todo o processo, da participação dos mesmos nas discussões, onde os grupos apresentaram após cada atividade suas observações, análises e conclusões, e das anotações feitas no diário de bordo. Durante as atividades, os estudantes discutiram aspectos referentes ao conhecimento de energia e sua relação com o funcionamento do corpo associando a Termodinâmica e as disciplinas afins. Na finalização da sequência, os grupos confeccionaram cartazes, podcast, folders, o que permitiu que percebêssemos a contribuição deste estudo na construção do processo de ensino aprendizagem.

Palavras-Chave: Ensino interdisciplinar. Estratégias de ensino. Termodinâmica e corpo humano.

ABSTRACT

The objective of this project is to analyze a didactic sequence developed to lead students to analyze, discuss, raise hypotheses and draw conclusions about the relationship between thermodynamics, thermochemistry and metabolism with the human body. Considering the need to use methods that can stimulate students' creativity and participation, favoring student-student and student-teacher dialogue through activities, thus promoting a broader understanding of the subject and contributing to the development of skills such as argumentation, empathy, critical thinking, hypothesis raising and skills such as the ability to carry out group work and solve complex problems. Thinking of a current topic that could generate discussions, that would arouse interest, desires and desires to understand and test their knowledge, we chose to work on thermodynamics and the human body, a topic that can awaken in students the desire to expand their knowledge. . Because it is an interdisciplinary subject that involves knowledge of Physics, thermodynamics, Chemistry, energy values and Biology, metabolism, in addition to other implied knowledge, we hope that, at the end of the sequence, with the use of the proposed resources, the students are able to establish a relationship between these contents and everyday situations experienced by them. Data collection for analysis was based on participation, socialization, materials written by students throughout the process, their participation in discussions, where the groups presented their observations, analyzes and conclusions after each activity, and the notes made in the logbook. During the activities, students discussed aspects relating to the knowledge of energy and its relationship with the functioning of the body, associating Thermodynamics and related disciplines. At the end of the sequence, the groups made posters, podcasts, folders, which allowed us to understand the contribution of this study in the construction of the teaching-learning process.

Keywords: Interdisciplinary teaching. Teaching strategies. Thermodynamics and the human body.

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	10
2	INTRODUÇÃO.....	12
3	ESTRATÉGIAS DE ENSINO.....	15
3.1	Interdisciplinaridade.....	15
3.3	Ensino por investigação.....	17
4	METODOLOGIA.....	20
4.1	Sujeitos da pesquisa.....	21
4.2	Coleta de dados.....	22
4.3	Sistematização e análise dos resultados.....	23
4.4	Descrição das atividades desenvolvidas na intervenção.....	23
5	RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS.....	29
5.1	Aula 1.....	29
5.2	Aula 2.....	30
5.3	Aula 3.....	33
5.4	Aula 4.....	36
5.5	Aula 5.....	38
5.6	Aula 6.....	42
5.7	Aula 7.....	45
5.8	Aula 8.....	49
5.9	Aula 9.....	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A.....	57
	APÊNDICE B.....	58

1 APRESENTAÇÃO

Na minha adolescência, pretendia fazer Engenharia Eletrônica, porém minha mãe não deixou, alegando que engenharia era um curso para homens e que não teria condições de pagar. Então resolvi fazer o curso de Ciências Biológicas, pois era um curso que estava mais voltado para minhas afinidades e estaria dentro das possibilidades financeiras da minha família.

Durante o curso de graduação, trabalhei com conteúdos diversificados, como: Arte, Ciências, Matemática, Química, Biologia e Física. Por haver uma escassez de profissionais, acabava me sujeitando a tudo que aparecia, pois precisava ajudar a pagar os meus estudos.

Após o término do curso de graduação e aprovação no concurso, tenho trabalhado somente o conteúdo de Física nas três séries do Ensino Médio e na Educação de jovens e adultos (EJA) numa escola pública situada no centro da cidade de Três Corações, que atende uma clientela bastante heterogênea, oriunda de diversos bairros.

Em todo esse tempo de trabalho, por várias vezes, saía frustrada da sala de aula, me sentindo impotente e até mesmo incapaz de ministrar aulas. Ao terminar certo conteúdo utilizando livros didáticos, aulas expositivas e dialogadas, percebia que o mesmo não havia sido assimilado, portanto, o resultado nunca era satisfatório.

Assim, comecei a perceber que trabalhar com jovens tem suas peculiaridades, uma delas é o fato de se dispersarem facilmente. Qualquer situação que esteja fora de sua rotina diária é suficiente para desviar sua atenção.

Sempre tive dificuldade em trabalhar com estudantes desinteressados, sem perspectivas, apáticos, e me sentia frustrada durante o processo de ensino, pois mesmo apresentando o conteúdo trabalhado de forma diferente, na maioria das vezes não conseguia prender a atenção e despertar o interesse nesses estudantes. Pensando nesses desafios, venho procurando novas técnicas para estimular o desejo, acreditando que isso irá acarretar uma melhor assimilação do conteúdo, fazendo com que os estudantes percebam que o ensino de Física não está desvinculado ao seu cotidiano, mas sim, um conteúdo que será utilizado, independente das suas escolhas profissionais.

Dentro das técnicas trabalhadas, já desenvolvi um mini dicionário de Física, com objetivo de ampliar os conhecimentos dos termos técnicos, propiciar uma melhor interpretação dos problemas e apropriação dos conteúdos e, conseqüentemente, um maior interesse pelos temas. Infelizmente, não obtive um resultado tão significativo como imaginava. Organizei apresentações de paródias, poesias, histórias em quadrinhos, tendo em

vista também proporcionar maior envolvimento nas atividades, esperando um bom resultado de aprendizagem, mas também não houve tanto êxito. Realizei atividades experimentais relacionadas ao conteúdo trabalhado, utilizando materiais de baixo custo, de fácil acesso e voltados para a realidade. Reconheço que os resultados obtidos com as atividades experimentais foram melhores, mas ainda sentia que faltava algo mais significativo.

Analisando todas as atividades desenvolvidas, sem alcançar os resultados desejados, percebi que algo estava faltando. Atualmente, reconheço que pensei mais na diversificação dos recursos didáticos do que nas estratégias de ensino, acreditando que o recurso era o caminho para a motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado. Reconheço a necessidade de definirmos objetivos claros, tanto gerais quanto específicos, pensar em estratégias de ensino que proporcionem a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, nas quais os conceitos se apresentem aos estudantes com significado.

Repensando a minha prática, constato que partia das aulas tradicionais de demonstração da teoria e apenas finalizava os conteúdos com atividades diferenciadas, como as paródias, histórias em quadrinhos, experiências de verificação, acreditando na consolidação dos conteúdos. Portanto, não proporcionava aos estudantes atividades que contribuíssem para a construção do seu conhecimento, ou seja, fazia o processo inverso do que sugere o ensino por investigação.

Buscando solucionar minhas inquietações, conversei com as professoras de Química e Biologia, sobre a possibilidade de trabalharmos simultaneamente os conteúdos necessários para o desenvolvimento de uma sequência didática interdisciplinar, utilizando diferentes estratégias de ensino, envolvendo os temas de termodinâmica, termoquímica e metabolismo. Para conseguirmos trabalhar simultaneamente estes conteúdos, iniciei minha pesquisa no último bimestre do ano letivo.

Neste trabalho, trago o resultado desta pesquisa, como podemos ver a seguir. No próximo capítulo, apresento uma introdução ao trabalho, com minha questão problema e os objetivos geral e específico da pesquisa. No terceiro capítulo, trago a fundamentação teórica que embasa a sequência didática. No quarto capítulo, apresento a metodologia de pesquisa, descrevendo as características e os sujeitos da pesquisa, a coleta de dados e como foi feita a sistematização e análise dos resultados, além da descrição das atividades desenvolvidas na intervenção. No quinto capítulo, a descrição dos resultados e a análise dos dados. Em seguida, apresento minhas considerações finais. Finalizo relacionando as referências que auxiliaram na elaboração da pesquisa e os apêndices.

2 INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem sempre buscou desenvolver e adaptar estratégias metodológicas e não surgiram por acaso, sendo o resultado de trabalhos de reflexão teórica e de investigação empírica anteriores, os quais nos permitiram formular um modelo integrativo da motivação humana (JESUS, 2008), onde um dos principais desafios enfrentados hoje pelo professor é a motivação. Compreender este processo torna-se ainda mais importante, uma vez que esta motivação diminui com o avanço da idade (adolescência) e, como consequência, pode acontecer um declínio no desempenho (PAIVA et al., 2018, p. 1). No entanto, temos que levar em consideração que todos os indivíduos apresentam uma orientação geral para o crescimento e que todos são capazes de desenvolver novas habilidades, na medida em que encontrarem condições favoráveis que atendam às suas necessidades psicológicas básicas, ou seja, autonomia, competência e, conseqüentemente, resultando em um desenvolvimento psicológico saudável. Assim, não podemos considerar apenas a quantidade de conhecimento adquirido pelos estudantes, mas também suas potencialidades e qualidades.

A aprendizagem e a motivação dos estudantes dependem de como o professor demonstra sua própria motivação, interesse e se identifica com o conteúdo. Muitos estudantes não conseguem acompanhar o desenvolvimento das aulas e acabam por ficar desmotivados para a realização das tarefas escolares, constituindo um dos principais problemas para os professores. Cabe aos mesmos usar de sua sensibilidade para perceber estes fatores e estar de certa maneira motivando estes estudantes.

Para tanto, é necessário estar sempre envolvido no processo ensino e aprendizagem e mostrar para o estudante a sua importância e relevância em todo o processo.

Analisando as dificuldades dos estudantes na disciplina de Física, procuramos elaborar uma proposta de ensino interdisciplinar para o Ensino Médio, envolvendo as disciplinas da ciência da natureza, voltada para as dificuldades de aprendizado, considerando sua vivência na construção do conhecimento. Utilizando diferentes estratégias de ensino, esperamos alcançar um resultado satisfatório que auxilie na construção e reconstrução do conhecimento, nos possibilitando responder não apenas a questão desencadeadora deste trabalho, mas também as que surgirem durante o processo, utilizando a fundamentação teórica, para realizar analogias e relacionar os conteúdos com a sua realidade. Partimos da questão problema: “Como diferentes estratégias de construção de conhecimento dentro de

uma estrutura de ensino interdisciplinar pode beneficiar estudantes, em especial os com dificuldade de aprendizado?”.

Para responder esta questão, definimos como objetivo geral verificar a potencialidade do ensino interdisciplinar visando beneficiar estudantes, em especial os com dificuldade de aprendizado, no ensino de Física, considerando sua vivência na construção do conhecimento e no desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Como objetivos específicos, nos propomos apresentar uma sequência com diferentes estratégias de ensino priorizando a investigação e a interdisciplinaridade; perscrutar as contribuições das atividades interdisciplinares e investigativas; contribuir para a socialização, as discussões, argumentações, hipóteses e avaliar a compreensão dos estudantes em relação às atividades desenvolvidas.

No desenvolvimento da sequência, os professores de Química e Biologia contribuíram na produção do texto interdisciplinar da aula seis. A sequência foi organizada para que seu início ocorresse no momento em que as três disciplinas estivessem iniciando os conteúdos referentes à sequência (Química - termoquímica, Biologia - metabolismo e Física - Termodinâmica).

A sequência didática é composta de nove atividades de 50 minutos e, caso seja necessário, podem ser desdobradas. A sequência pode ser adaptada para ser desenvolvida de forma remota com atividades expositivas e dialogadas, extra turno, dependendo da necessidade. É uma sequência que o professor pode escolher apenas uma aula, ou aquelas que forem de interesse dentro da proposta para serem desenvolvidas.

A realização deste trabalho teve início com um questionário prévio, com o objetivo de identificar as dificuldades dos estudantes com relação aos conteúdos prévios necessários para o desenvolvimento da sequência. Lembrando que os estudantes vieram de um período de pandemia, com ensino remoto e híbrido, o que causou certa defasagem. Levando em consideração os conhecimentos prévios dos mesmos, trabalhamos com problemas relacionados com situações reais da sociedade, incorporando estratégias para despertar o interesse, estimular a motivação e busca por novos conhecimentos.

Dessa forma, partindo da necessidade de aumentar o interesse dos estudantes pela Física, e possibilitando o interesse pelo tema trabalhado, desenvolvemos uma sequência didática voltada para valorização e participação do estudante, e incorporando atividades que proporcionem troca de conhecimentos, estimulem a criatividade, a curiosidade, a capacidade de argumentação, interação e autonomia.

Para evitar o baixo desempenho escolar dos estudantes, causado muitas vezes por problemas afetivos e emocionais, agravados pelo retorno de um período de pandemia, procuramos, através das atividades diversificadas, mantê-los inseridos no meio, realizando adaptações no ambiente e no conteúdo, para se sentirem envolvidos e motivados a participarem de forma efetiva das atividades.

Pensando num ensino interdisciplinar com atividades diversificadas, trabalhamos a relação da termodinâmica com o corpo humano, envolvendo aspectos Físicos, Químico e Biológicos, com a utilização de aplicativos, softwares e atividades práticas, nas aulas de Física do 2º ano do Ensino Médio, mostrando a relevância do conteúdo proposto no seu cotidiano, para que os estudantes compreendessem e se posicionassem em relação a este tema que influencia nas situações de vida de todos, considerando que uma boa educação alimentar e atividades físicas são fundamentais para o funcionamento e equilíbrio energético do nosso corpo.

Nesse aspecto, informações que permeiam o cotidiano, como informações nutricionais para análise, e atividades experimentais investigativas, softwares e simuladores, que apresentaremos no escopo deste trabalho, foram utilizados para estimular e motivar os estudantes.

Por fim, identificamos, por meio das observações e análises das atividades realizadas pelos estudantes, que os mesmos se apropriaram dos conceitos vistos nas aulas e relacionaram com questões do seu dia-a-dia, ou seja, as atividades forneceram instrumentos para que alguns estudantes compreendessem não apenas o conteúdo da termodinâmica, mas também as questões sociais e tecnológicas relacionadas aos conteúdos das três disciplinas.

Verificamos que, ao provocarmos nos estudantes a curiosidade, a busca por respostas e por novos conhecimentos, utilizando ferramentas de trabalho que pertençam ao seu universo, alguns estudantes se sentiram motivados, analisando as questões, interpretando, concluindo e se posicionando diante dos problemas.

3 ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Neste capítulo, iremos apresentar uma abordagem teórico-metodológica que nos auxiliou como fundamento à dissertação: interdisciplinaridade e ensino por investigação.

3.1 Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade surgiu na Europa – França e Itália – na década de 1960, com a reivindicação estudantil de um novo estatuto das universidades e escolas (GARRUTTI; SANTOS, 2004). A interdisciplinaridade ganhou força no Brasil, no final da década de 60, com a formulação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 5.692/71, e vem crescendo ainda mais com a nova Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e com a BNCC - Ciências da Natureza e suas Tecnologias, integrada por Biologia, Física e Química, que tem como foco a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, possibilitando aos estudantes a apropriação de conceitos.

A interdisciplinaridade, além de ser um tema em evidência nos documentos curriculares, vem ganhando força nas escolas, pois apresenta um princípio pedagógico que compreende a relação professor-estudante, professor-professor e estudante-estudante, de maneira a orientar as atividades, priorizando a busca pelo conhecimento com a cooperação, interação e compartilhamento das disciplinas afins. No entanto, muitos docentes foram preparados para trabalhar de forma fragmentada e desarticulada do cotidiano. Dessa forma, acabam por realizar projetos multidisciplinares (escolha de um tema comum a diferentes disciplinas, trabalhado isoladamente, sem relação entre elas) ao contrário de interdisciplinares, por não saberem seu significado e as características que os diferem, utilizando para nomear ações que nem sempre contemplam as mesmas, apresentando uma compreensão equivocada do termo e a aplicação sem significação, de forma “banal”, apenas por modismo. Nas escolas, os projetos são multidisciplinares, sendo organizados pela seleção do tema comum a diferentes disciplinas, que, após a escolha, será trabalhado isoladamente pelas mesmas, sem relação entre elas. Sendo assim, Pires (1998) afirma que

A multidisciplinaridade parece esgotar-se nas tentativas de trabalho conjunto, pelos professores, entre disciplinas em que cada uma trata de temas comuns sob sua própria ótica, articulando, algumas vezes bibliografia, técnicas de ensino e procedimentos de avaliação. Poder-se-ia dizer que na multidisciplinaridade as pessoas, no caso as disciplinas do currículo escolar, estudam perto mas não juntas. (PIRES, 1998, p. 176).

A fragmentação do conhecimento motiva uma especialização em áreas cada vez mais estreitas, apresentando conhecimentos desarticulados, dificultando a significação para o

estudante. Em busca de um saber amplo, Japiassu (1976, p. 8) caracteriza a interdisciplinaridade como uma possibilidade de agregar os saberes fragmentados em favor de uma interpretação global.

Para haver interdisciplinaridade, os professores de Física, Química e Biologia devem usar uma mesma linguagem para que não induzam os estudantes a pensar que se trata de conceitos diferentes. O uso de uma linguagem próxima permite que os estudantes estabeleçam a relação entre os temas abordados nas distintas disciplinas e o seu cotidiano, permitindo assim, que eles tenham uma visão mais ampla dos conteúdos.

O ambiente escolar poderá ser modificado quando as relações interdisciplinares tiverem ligações fortes, capazes de promover mudanças nas práticas pedagógicas dos professores e no aprendizado, na formação dos estudantes, modificando os inter-relacionamentos.

A interdisciplinaridade é uma abordagem metodológica de ensino que integra conceitos, teorias, práticas, associada à vivência dos estudantes, que pode contribuir para o desenvolvimento, o conhecimento dos conteúdos e a formação de cidadão crítico e participativo no meio em que está inserido. Segundo Fazenda (1992),

Um projeto interdisciplinar de trabalho ou de ensino consegue captar a profundidade das relações conscientes entre pessoas e pessoas e coisas. Nesse sentido, precisa ser um projeto que não se oriente apenas para produzir, mas que surja espontaneamente, no suceder diário da vida, de um ato de vontade. Nesse sentido, ele nunca poderá ser imposto, mas deverá surgir de uma proposição, de um ato de vontade frente a um projeto que procura conhecer melhor. No projeto interdisciplinar não se ensina, nem se aprende: vive-se, exerce-se. (FAZENDA, 1992, p. 17).

A interdisciplinaridade fortalece um vínculo entre as disciplinas e o conhecimento. É uma abordagem de ensino que contribui para a superação da fragmentação do conhecimento. Uma das estratégias para essa superação é a intercomunicação entre os professores, tanto da área de humanas, como os da área de exatas. O uso de conhecimentos vinculados às pesquisas nas diversas áreas pode enriquecer o currículo escolar, vinculando-o à realidade do estudante. Dessa forma, o conhecimento não se apresenta de maneira desvinculada nas diferentes disciplinas, favorecendo a compreensão de novos conhecimentos de maneira global e interligados entre si.

3.3 Ensino por investigação

O ensino por investigação surge como uma estratégia didática que proporciona atividades centradas no estudante, desenvolvendo sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas (MOURÃO; SALES, 2018, p. 430).

Clement, Custódio e Alves Filho (2015, p. 117) apontam que “o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”.

Ferraz e Sasseron (2017) afirmam que

o ensino por investigação pode ocorrer por meio de ações e estratégias diferenciadas de forma a configurar um ambiente em que professor e alunos possam interagir e colaborar entre si para que o entendimento sobre diferentes temas seja estruturado, ampliado e aprofundado (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 4).

Nesse sentido, o ensino por investigação estabelece mudanças na interação entre professor e estudantes, e o trabalho em grupo favorece a formação de habilidades desenvolvidas nas aulas de física, utilizando experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala, mobilizando os estudantes na busca por informações e respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, por meio de diálogo e discussões ao invés de sua passividade.

Portanto, se o professor pretende que o estudante seja capaz de levantar hipóteses, proponha explicações, é fundamental que ele seja o promotor de oportunidades para novas interações entre os estudantes e o conhecimento, tenha objetivo, seja facilitador e adote novas metodologias que contribuam para um processo de aprendizagem mais eficiente.

O ensino por investigação é uma abordagem didática que fomenta o questionamento, o planejamento, a obtenção de evidências, explicações embasadas em fundamentações e a comunicação. Mesmo sabendo que não são todos os estudantes que apresentam interesse nas aulas de ciências da natureza e pelos conteúdos científicos, é necessário que o professor desperte e estimule a construção do conhecimento a partir da investigação, que por si própria, pelo desafio, motiva, despertando nos estudantes a coragem para manipular materiais, investigar, observar e analisar os resultados.

John Dewey (1859-1952), no século XX, propõe um ensino com abordagens direcionadas ao cotidiano dos estudantes, associando os conteúdos à compreensão das atividades, facilitando sua percepção não apenas do conceito técnico, mas como esses foram

criados e justificados, para que assim, construam e estabeleçam relação entre os conteúdos (BATISTA; SILVA., 2018. p. 97).

Usar situações do cotidiano é

um recurso que objetiva relacionar situações comuns do dia a dia das pessoas com conhecimentos científicos, ou seja, um ensino de conteúdos relacionados a fenômenos que ocorrem na vida diária dos indivíduos visando à aprendizagem de conceitos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2002, apud JESUS; BARBOSA; MOREIRA, 2022, p. 385).

No Brasil, esta abordagem foi implantada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no final da década defendendo que

o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promover o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno. (BRASIL, 1998, p.62).

De acordo com Borges (2002, p. 303), “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este tiver pleno controle das ações”. Por isso, os processos educacionais devem considerar as concepções dos estudantes como ponto central no processo de aprendizagem. Neste sentido é importante evidenciar que as opiniões dos estudantes que surgirão durante este processo discursivo não devem ser tratadas como totalmente erradas, caso pareçam incoerentes do ponto de vista científico, pois “a noção de erro pode representar a parte ‘visível’ de um processo contínuo de acomodações e reconstruções de conhecimentos mal adaptados ou mal compreendidos” (ALVES; CAVALCANTE, 2017, p. 270).

O erro não é apenas o efeito de uma ignorância, da incerteza, da probabilidade que acreditamos das teorias empiristas ou behavioristas da aprendizagem, mas o efeito de um conhecimento anterior, que detém seu interesse, seu sucesso; mas que, momentaneamente, se revela falso, ou simplesmente inadaptado. Os erros desse tipo não são erráticos ou imprevisíveis, eles são constituídos de obstáculos (BROUSSEAU, 1976, p. 104, apud ALVES; CAVALCANTE, 2017, p. 262)

Com isso, ressalta-se a necessidade de elaborar e desenvolver atividades experimentais investigativas no ensino, pois estas contribuem para uma maior participação do estudante, e melhor entendimento dos conceitos científicos, oportunizando ao estudante menor possibilidade de erro, além de aumentar estudos sobre problemáticas pertinentes que possibilitem a aplicação da ciência no cotidiano dos estudantes (SUART; MARCONDE; LAMAS, 2010).

Segundo Suart e Marcondes (2009), uma atividade experimental do tipo investigativa tem como característica principal a participação efetiva do estudante por meio de reflexões, discussões, teste de hipóteses, relatos, explicações, troca de ideias com os pares, entre outros fatores.

No próximo capítulo, apresentaremos a metodologia da pesquisa e a descrição das atividades desenvolvidas na intervenção.

4 METODOLOGIA

Apresento neste capítulo a metodologia adotada para o desenvolvimento da dissertação, onde são descritas as características dos sujeitos envolvidos, os instrumentos de coleta e análise de dados da pesquisa.

Pensando em identificarmos situações que determinam o acontecimento de fenômenos e explicar seus motivos, utilizamos a pesquisa explicativa. Segundo Gil (2010), pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.

Como procedimentos técnicos, utilizamos a pesquisa de campo, que tem como objetivo compreender e explicar os elementos observados através da coleta de dados e fazer as análises e interpretações. Esta pesquisa tem a finalidade de observar fatos e fenômenos análogos à realidade dos estudantes. Segundo Gil (2010), na pesquisa de campo, estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes.

A análise de dados foi feita de forma qualitativa. Vários tipos de dados foram coletados e analisados sem instrumentos formais e estruturados, com a realização de observações da realidade e com foco na compreensão e explicação das atividades para os devidos registro (lembrando que a análise não é a última etapa da pesquisa, pois todo o processo é um ciclo que só termina quando não se tem nada novo para acrescentar). Também não realizamos representatividade numérica ou determinação de medidas, os resultados serão apresentados por meio de relatórios.

A pesquisa foi feita em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, realizada no próprio turno e, de forma presencial. As atividades iniciaram com questões desencadeadoras. Coletamos os dados por meio das produções realizadas em sala de forma escrita e, posteriormente, fizemos as análises e interpretações, verificando assim a compreensão e assimilação dos estudantes.

Para realização das atividades, conforme planejado, inicialmente os estudantes responderam individualmente as questões desencadeadoras, para investigarmos os conhecimentos, dificuldades e sugestões com relação ao conteúdo desenvolvido. Para a realização das atividades no simulador Phet, foram formadas duplas e para as demais atividades formaram grupos de no máximo cinco estudantes. Para identificarmos o grau de conhecimento e dificuldades que os estudantes possuem sobre o assunto, observamos suas análises enquanto dialogavam e respondiam às atividades propostas. Mesmo que o

conhecimento não seja satisfatório, o professor deve incentivá-los a expressar suas ideias, levando-os a reflexão e estimulando-os a busca pelo conhecimento.

4.1 Sujeitos da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Estadual localizada no centro da cidade, no município de Três Corações, MG. Foi solicitada a declaração de anuência da escola para a realização da pesquisa (APÊNDICE A) e outra para que os pais autorizassem a participação dos filhos na pesquisa (APÊNDICE B).

Por se tratar de uma projeto interdisciplinar e o conteúdo estar de acordo com as componentes curriculares das disciplinas de Física, de Química e de Biologia (termodinâmica, termoquímica e metabolismo) do 2º ano do Ensino Médio, esta atividade foi realizada no turno matutino. Dependendo da disponibilidade e necessidade, esta sequência poderia ser desenvolvida no contra turno.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram os estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio do período matutino. A referida turma apresenta 36 estudantes oriundos dos diferentes bairros da cidade e alguns residentes no centro da cidade.

O que me motivou na escolha da turma e a realizar a pesquisa foram as inquietações, os problemas enfrentados em sala de aula e as observações das dificuldades dos estudantes em se apropriar e compreender os conceitos de Física associados ao seu cotidiano. Objetivando estimular o desenvolvimento intelectual e autônomo dos estudantes, foram realizadas atividades diversificadas, a seguir relacionadas, fazendo uso de atividades práticas e investigativas e do simulador Phet para estabelecer relações dos processos energéticos com o corpo humano. As atividades propostas foram realizadas em diferentes ambientes, como: parque municipal, pátio da escola, sala de vídeo e sala de aula. O parque se localiza em um bairro próximo da escola e de fácil acesso, com espaços para realização de atividades físicas, áreas de lazer e bastante arborizado, ideal para realização das atividades. As atividades tiveram como objetivo valorizar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes, utilizando atividades diferenciadas, proporcionando a autonomia, a socialização, a argumentação, a discussão, o senso crítico e reflexivo, e contribuindo para a construção do conhecimento.

Desde o início das atividades letivas, estabeleço contato com os estudantes. Isso me permitiu conhecer suas características, como detalho a seguir.

Dentre os 36 estudantes da turma, 30 têm um rendimento esperado de acordo com a média dos estudantes do segundo ano, com alguns que se destacam, que, durante as atividades, emitem opiniões, concordam/discordam, geram ideias que muitas vezes são ponto

de partida para discussões, facilitando o surgimento de soluções criativas e ajustadas à realidade, provocando mudanças no comportamento e atitudes.

Podemos identificar seis estudantes pouco participativos, que não apresentam comprometimento, não se envolvem nas atividades, pois apresentam dificuldade de leitura, interpretação, argumentação, resolução das operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão) e em relacionar a Física com o cotidiano.

Em nossa análise, além de observarmos a participação de todos os estudantes da turma, focamos na participação deste pequeno grupo. Durante a análise, iremos identificá-los como: E01, E02, E03, E04, E05 e E06. Os demais estudantes serão identificados de E07 a E36, seguindo a numeração de acordo com a ordem alfabética da lista de presença da turma.

4.2 Coleta de dados

Como dados da pesquisa, foram utilizados, de acordo com as atividades:

- a) na primeira aula: o questionário prévio para identificar as dificuldades e conhecer a realidade;
- b) nas atividades experimentais: a participação, o envolvimento, as respostas dos questionamentos orais e escritos, o desenvolvimento intelectual e autônomo;
- c) nas atividades com simulador: a interação e socialização, a participação e envolvimento nas atividades, o conhecimento tecnológico e intelectual;
- d) na roda de conversa: os questionamentos, a socialização, o envolvimento, a interação, a participação e opinião dos estudantes;
- e) na última aula: o conhecimento assimilado pelos estudantes durante toda a sequência.

As aulas foram filmadas e/ou fotografadas para facilitar a observação e análise comportamental, auxiliando como instrumento de observação para os registros feitos pela professora no diário de bordo em todas as aulas, os registros das imagens e dos relatos dos resultados importantes durante as atividades, possibilitaram as transcrições das mesmas. Além das coletas de dados mencionadas, ao término de quase todas as aulas, foram apresentadas aos estudantes questões relacionadas às atividades para analisar, discutir, responder e entregar para a professora os resultados encontrados, com o propósito de facilitar a análise, a avaliação e a percepção dos estudantes frente à proposta pedagógica, otimizando as transcrições e registros dos diálogos entre os grupos.

A observação do comportamento individual e dos grupos serviu também para identificar se as atividades interdisciplinares e diversificadas contribuíram para a

socialização, as discussões, argumentações, hipóteses e para que os estudantes se posicionassem de maneira autônoma, crítica e reflexiva, sanando as dificuldades.

Na coleta dos dados aula a aula, demos destaque aos estudantes com dificuldade de aprendizado, que não participavam por timidez ou introspecção e dificuldade de aprendizado, com objetivo de identificar a eficácia da sequência didática no ensino de todos os estudantes, mas em particular desses estudantes.

4.3 Sistematização e análise dos resultados

A análise foi feita inicialmente aula a aula, como veremos no Capítulo 5, onde descrevemos como as atividades foram desenvolvidas, destacando alguns momentos a participação dos estudantes, em especial os estudantes E01, E02, E03, E04, E05 e E06, refletindo sobre como as diferentes estratégias utilizadas e o ensino interdisciplinar contribuíram com a inclusão dos estudantes com dificuldade de aprendizagem.

Focamos nossas reflexões na interação entre os colegas, tanto individualmente como em grupo. Refletimos também sobre como os estudantes percebem e relacionam os conteúdos das diversas disciplinas, isto é, como a interdisciplinaridade é percebida pelos estudantes, como os estudantes trabalham em grupo em busca do levantamento de hipóteses e solução dos problemas, e sobre como se dá a apropriação de conhecimento no decorrer das atividades. Procuramos também destacar como as diferentes estratégias utilizadas e o ensino interdisciplinar contribuíram para promover o interesse, o envolvimento, a evolução e a inclusão dos estudantes, trazendo para os mesmos resultados significativos.

4.4 Descrição das atividades desenvolvidas na intervenção

A pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre letivo de 2022, nos meses de novembro e dezembro. A seguir apresentamos o planejamento das atividades desenvolvidas durante os nove encontros de 50 minutos (QUADROS 4.1 a 4.9), totalizando nove horas/aula.

Quadro 4.1 - Atividades do primeiro encontro da sequência didática

Encontro 1 - Sondagem	
Objetivos	Obter informações sobre o conhecimento e habilidades dos estudantes. Conhecer o perfil dos estudantes com questionário prévio.
Metodologia	Aula expositiva e dialogada. Respostas do questionário prévio.
Atividades	Responder ao questionário individualmente.
Avaliação	Participação na atividade; envolvimento.
Descrição	Foram apresentados para os estudantes a proposta da pesquisa e o questionário desencadeador, com o objetivo de identificar o grau de conhecimento e dificuldades que os estudantes possuem sobre o conteúdo desenvolvido, analisando o comportamento e envolvimento durante a realização da atividade.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.2 - Atividades do segundo encontro da sequência didática

Encontro 2- Piquenique	
Objetivos	Utilizar uma atividade lúdica para discussão sobre alimentação, exercício físico e metabolismo.
Metodologia	Uso de espaços não formais. Realização de atividade com consumo de alimentos e atividades físicas.
Recursos	Alimentos com valor energético; equipamentos para atividades físicas.
Atividades	Os estudantes anotaram a quantidade de alimentos ingeridos e transformaram os resultados encontrados em calorias. Realizaram algumas atividades físicas, mediram o tempo de duração das atividades e converteram-nas para horas.
Avaliação	Envolvimento dos estudantes nas atividades, comprometimento em realizar as atividades e a pesquisa na internet das conversões em calorias.
Descrição	Realização de um piquenique “energético” no Parque Municipal. As orientações sobre o comportamento dos estudantes foram feitas na aula anterior. Foi solicitado que os estudantes levassem alimentos em embalagens que contivessem os valores energéticos e equipamentos para atividades físicas.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.3 - Atividades do terceiro encontro da sequência didática

Encontro 3 - Balanço Energético	
Objetivos	Discutir os resultados obtidos na pesquisa e nas atividades práticas realizadas no parque.
Metodologia	Aula expositiva e dialogada.
Recursos	Quadro, livro didático e as anotações feitas pelos estudantes.
Atividades	Os grupos compararam os dados da pesquisa feita na internet, socializaram os resultados e realizaram o cálculo de balanço energético.
Avaliação	Socialização dos dados da pesquisa, participação na aula e resolução de exercícios.
Descrição	Os grupos observaram e analisaram os resultados registrados, na aula anterior, nas tabelas e o representante de cada grupo compartilhou os resultados para socialização. Após a socialização, os grupos realizaram o balanço energético referente aos valores encontrados nas tabelas.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.4 - Atividades do quarto encontro da sequência didática

Encontro 4 - Bicicleta	
Objetivos	Identificar as transformações, conservações e dissipações de energia e a relação com o corpo humano.
Metodologia	Atividade experimental
Recursos	Bicicleta com dínamo acoplado ao pneu traseiro e um fio ligado a um farol no guidão.
Atividades	Socializar as questões relacionadas ao experimento.
Avaliação	Participação no experimento e socialização das questões.
Descrição	Os estudantes foram convidados a pedalar uma bicicleta com um dínamo acoplado ao pneu traseiro e um farol no guidão. Os estudantes pedalarão e observaram as alterações que aconteceram com o farol e com o seu corpo. Após o experimento, os grupos responderam às questões relacionadas à conservação e dissipação de energia e ao funcionamento do corpo. Ao terminarem, o representante de cada grupo compartilhou os resultados para socialização e análise dos resultados.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.5 - Atividades do quinto encontro da sequência didática

Encontro 5- Queima dos Alimentos	
Objetivos	Analisar a diferença da energia liberada durante a queima dos alimentos.
Metodologia	Atividade experimental.
Recursos	Água destilada, termômetro, proveta, becker, lamparina, castanha do pará, amendoim e cheetos.
Atividades	Responder ao questionário em grupo e socializar os resultados.
Avaliação	Observar o experimento, responder aos questionamentos e socializar os resultados encontrados
Descrição	Os estudantes observaram o comportamento dos diferentes alimentos, durante os experimentos, analisaram o tempo de queima de cada alimento e a temperatura inicial e final da água para cada alimento queimado. Durante o experimento, foram questionados sobre o comportamento de cada alimento. Ao término, os grupos responderam aos questionamentos e socializaram as respostas.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.6 - Atividades do sexto encontro da sequência didática

Encontro 6 - Texto	
Objetivos	Utilizar texto interdisciplinar para auxiliar nas pesquisas e informações.
Metodologia	Estabelecer uma leitura compartilhada do texto interdisciplinar que perpassa o conteúdo mencionado, relacionando a realidade junto ao contexto, possibilitando uma nova visão.
Recursos	Texto impresso, quadro de giz, anotações feitas pelos estudantes e vídeo complementar.
Atividades	Leitura compartilhada, resolução do questionário e realização de pesquisa complementar sobre os conteúdos mencionados no texto.
Avaliação	Participação, envolvimento, argumentação e realização das atividades.
Descrição	Os estudantes realizaram a leitura compartilhada do texto fazendo análises e considerações. Após a leitura, os grupos responderam aos questionamentos e socializaram as respostas. Complementando a atividade, foi disponibilizado um vídeo complementar do texto e, como tarefa para casa, os grupos pesquisaram sobre termodinâmica, termoquímica e metabolismo.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.7 - Atividades do sétimo encontro da sequência didática

Encontro 7 - Utilização de Software	
Objetivos	Utilizar o simulador Phet para realizar atividades referentes às transformações de energia.
Metodologia	Utilização do simulador Phet, possibilitando ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levando-o a participar efetivamente do seu processo de aprendizagem, relacionando o objeto com acontecimentos do seu cotidiano.
Recursos	Simulador Phet e anotações feitas pelos estudantes.
Atividades	Resolução em dupla das atividades do simulador Phet.
Avaliação	Socialização, argumentação e participação na aula
Descrição	As duplas, antes de iniciarem as atividades, manusearam e conheceram o simulador. Essa atividade foi dividida em duas etapas, que foram sendo realizadas de acordo com os questionamentos. Ao terminarem, os estudantes compartilharam os resultados, realizando análise e discussão.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.8 - Atividades do oitavo encontro da sequência didática

Encontro 8 - Roda de conversa	
Objetivos	Entender, durante a roda de conversa com atleta paralímpico, a relação da alimentação com as atividades físicas para o bom desempenho do nosso corpo.
Metodologia	Roda de conversa de um atleta com os estudantes, buscando a formação, troca de experiências e socialização.
Recursos	Aula dialogada.
Atividades	Exercício de escuta e fala. Estabelecer a relação entre as atividades físicas e a alimentação.
Avaliação	Participação, envolvimento e interação.
Descrição	Na aula anterior, os estudantes foram orientados a elaborar questões sobre natação (dinâmica do treino, alimentação, fadiga, câimbra...). Eles foram organizados em círculo, para facilitar a interação e envolvimento durante o diálogo.

Fonte: Autora (2023).

Quadro 4.9 - Atividades do nono encontro da sequência didática

Encontro 9	
Objetivos	Aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência.
Metodologia	Síntese do trabalho desenvolvido.
Recursos	Cartazes, panfletos, folder, flyers de divulgação, podcast e vídeos.
Atividades	Confeção dos materiais: cartazes, panfletos, folders, flyers, podcast e vídeos.
Avaliação	Entrega dos materiais. Participação e interação.
Descrição	Os grupos, estabelecidos nas aulas anteriores, foram organizados de tal forma que dois grupos ficaram responsáveis para a confecção dos cartazes, dois grupos, para o material de divulgação (panfletos, folder, flyers de divulgação) e os dois últimos, da produção de um vídeo curto envolvendo as atividades realizadas durante a sequência.

Fonte: Autora (2023).

Antes de iniciar as atividades, os estudantes receberam as informações referentes à pesquisa e o convite para participarem. Os mesmos ficaram muito eufóricos por serem escolhidos para participarem, o que é essencial para a efetivação da aprendizagem. A pesquisa foi desenvolvida no 2º semestre de 2022 com objetivo de verificar a potencialidade do ensino interdisciplinar, visando incluir os estudantes com dificuldade de aprendizado no ensino de Física, considerando sua vivência na construção do conhecimento. Algumas considerações, posicionamentos e respostas dos estudantes durante as atividades foram transcritas e colocadas entre aspas.

No próximo capítulo, apresentamos a análise e resultados da atividade realizada com estudantes do 2º ano da escola Estadual Américo Dias Pereira de Três Corações - MG.

5 RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS

Para nossa análise, observamos a participação, o envolvimento e o interesse de todos os estudantes durante as atividades, em especial, estudantes E01, E02, E03, E04, E05 e E06, que em geral apresentavam dificuldade de interação e socialização, tanto pela falta de convívio durante o período de pandemia, quanto por timidez e introspecção, além da falta de alguns conhecimentos teóricos básicos, que foram sendo observados desde o início das atividades letivas.

Para analisar o envolvimento, a participação, a quantidade e a qualidade dos conhecimentos adquiridos por todos os estudantes, realizei a leitura completa de todas as respostas dos questionamentos apresentados individualmente e em grupo, fazendo as anotações e agrupando de acordo com as respostas, comparando com os registros feitos durante todas as atividades no diário de bordo.

O tema escolhido faz parte do planejamento escolar. Este tema também é tratado nas disciplinas de Biologia e Química e também estava nos seus planejamentos com os conteúdos de Termoquímica e Metabolismo. As primeiras atividades foram realizadas individualmente, para avaliar o interesse, envolvimento e conhecimento prévio dos estudantes. Já nas atividades em grupo, avaliamos a socialização, a interação, o envolvimento e o posicionamento diante dos questionamentos. Na atividade em dupla, além das observações feitas nas atividades em grupo, foi possível identificar com mais facilidade o desenvolvimento dos estudantes.

A seguir detalhamos cada aula da sequência.

5.1 Aula 1

Na primeira aula, foram apresentados para os estudantes a proposta da pesquisa e o questionário desencadeador, com o objetivo de identificar o grau de conhecimento e dificuldades que eles possuíam sobre o conteúdo a ser desenvolvido, utilizando como estratégia aula expositiva e dialogada, apresentação do questionário prévio e socialização das respostas, o que permitiu a análise do comportamento e o envolvimento dos estudantes durante a realização da atividade.

Os estudantes receberam informações sobre a pesquisa, responderam as questões desencadeadoras, apresentaram as respostas, observaram, analisaram e dialogaram com os colegas os resultados das questões.

Nesta atividade, percebemos que a maioria dos estudantes estava ansiosa e cheia de expectativas com a pesquisa.

As questões foram elaboradas com o objetivo de verificar se os estudantes conseguem relacionar o funcionamento do seu corpo (metabolismo) com as atividades físicas (transformações de energia) e o consumo de alimento (processos endo e exotérmicos), além dos conhecimentos de história e Educação Física.

Alguns estudantes apresentaram dificuldade em responder às questões que relacionam a atividade física ao funcionamento do corpo. Algumas dessas dificuldades foram sendo sanadas pelos colegas durante a socialização, interação e troca de conhecimento, como apresentado durante suas falas registradas nas atividades. Nesta primeira aula, os estudantes não relacionam a atividade com as demais disciplinas, pois ainda estão focados apenas na disciplina de Física.

Ao terminarem, a professora recolheu os questionários de todos os estudantes, promovendo um diálogo a partir das respostas, permitindo que todos apresentassem suas ideias, questionassem e levantassem hipóteses de acordo com os seus conhecimentos iniciais.

O objetivo da atividade foi observar o envolvimento, participação, dificuldades relacionadas aos conteúdos, além da socialização e interação dos estudantes durante todas as aulas.

5.2 Aula 2

Na segunda aula, foi realizado um piquenique no parque municipal. Os estudantes foram orientados, na aula anterior, sobre os cuidados a serem tomados, sendo eles: não se afastar do local e evitar atividades radicais. Foi solicitado também que levassem alimentos contendo os valores energéticos (salgadinhos, bolos, bombons, bolachas, balas...), suficientes para um piquenique compartilhado, e equipamentos para realização de atividades físicas (bicicleta, corda, bola, skate...).

Neste dia, dos 36 estudantes, faltaram quatro. O local escolhido para a realização da atividade é um parque com espaço amplo, o que facilita a realização das atividades, maior interação, socialização e envolvimento dos estudantes, localizado a 2 km da escola. Aproveitando o propósito da atividade, foi realizada uma caminhada até o destino, e, com consentimento do diretor e dos professores que cederam seus horários para realização da atividade, eles tiveram apenas os dois primeiros horários de aula antes do piquenique. Como a atividade foi realizada em um espaço diferenciado de aprendizagem, os estudantes foram orientados sobre as atividades e o preenchimento das tabelas, para que não perdessem o

objetivo de complementar os conteúdos desenvolvidos na sala de aula, não vista apenas como um passeio.

Houve envolvimento dos estudantes na atividade. Durante a degustação, eles estavam preocupados em anotar o que haviam consumindo, a quantidade, o valor calórico e, na realização das atividades físicas, anotando o tempo de cada atividade.

Os estudantes interagiram com os colegas, apresentando comentários, observações e ponto de vista a respeito dos tipos de alimentação e atividades físicas do cotidiano, participando do diálogo. Foram feitos questionamentos para os estudantes envolvendo não apenas conceitos físicos, mas também conceitos relacionados ao conhecimento de Química, Biologia, Matemática e Educação Física. Podemos perceber a interação entre os estudantes nas seguintes respostas à pergunta da professora: “Por que quando fazemos atividade física sentimos mais fome”, para a qual, os estudantes relacionam à energia:

E22: “Por que estamos gastando energia?”

E30: “Por causa do esforço que fizemos.”

E26: “Para repor as energias que perdemos durante as atividades.”

Quando a professora perguntou: “Qual é a principal fonte de energia usada pelo nosso corpo durante as atividades?”, o estudante E06: “Não Sei”. E16 respondeu “Glicose” e o E28 “O glicogênio, a professora de Biologia explicou, mas não sei explicar o porquê”, mostrando que os estudantes conseguiram relacionar os conceitos apresentados nas duas disciplinas.

Observamos que esta atividade contribuiu de forma significativa para melhorar a relação social, pois estes são estudantes que vieram de um período de pandemia, privados de socialização. Além da relação social, foi possível observar o empenho, compromisso e interesse desses estudantes em realizar as atividades.

Foi possível acompanhar a interação entre os estudantes e, com isso, identificar os estudantes mais introspectivos. Mas, com a atividade, não foi possível identificar as dificuldades relacionadas ao conteúdo. Para isso, seriam necessárias outras atividades, mais abrangentes, mas este não foi o objetivo da aula.

Em relação à participação, podemos observar o estudante E28. Ao responder qual a principal fonte de energia para o nosso corpo durante as atividades, trouxe conhecimentos da disciplina de Biologia, percebendo a interdisciplinaridade entre os conteúdos apresentados, contribuindo para a construção do conhecimento de todos, principalmente para o estudante E16, que trocou o termo, e o E19, que não soube ou não quis responder.

5.3 Aula 3

A terceira aula aconteceu na sala de aula e os estudantes foram organizados em grupos de no máximo cinco integrantes, que foram mantidos durante todas as atividades. Antes da realização das atividades, alertamos que os valores registrados nas tabelas não poderiam ser utilizados como padrão de referência para seus corpos, pois existem vários fatores que podem influenciar em suas características individuais (metabolismo, genética, clima, entre outros).

Os estudantes começaram a questionar e responder às dúvidas que apareceram na aula anterior, como: “O que acontece com o nosso corpo logo depois da prática de esportes?”, “Qual é a principal fonte de energia usada pelo nosso corpo durante as atividades?”. No encontro anterior, os estudantes não obtiveram respostas prontas e acabadas, como de costume, o que os deixou bem curiosos e com sede de buscar mais informações, pesquisando sobre os assuntos. Dois estudantes (E20 e E25) pesquisaram, observaram e anotaram da internet questões relacionadas às calorias que haviam ingerido; as práticas físicas que realizaram, fazendo a conversão em calorias e as atividades físicas realizadas, convertendo em horas; utilizaram calculadoras que permitem calcular a quantidade de calorias necessárias por dia, de acordo com altura, peso e idade; e trouxeram para comparar as respostas. A professora organizou os grupos, já pré-estabelecidas, e o representante de cada grupo compartilhou os resultados para socialização com a turma, apresentando as tabelas preenchidas na aula anterior, juntamente com a pesquisa de conversão de unidades (kcal em cal). Os grupos analisaram e compararam os resultados encontrados, relacionando a atividade realizada na primeira aula com a realizada no piquenique.

Após a socialização, os grupos realizaram o cálculo do balanço energético, respondendo aos questionamentos e também socializando os resultados encontrados.

Observamos que, mesmo sendo uma atividade realizada na sala de aula, sem utilizar estratégias diferentes, os dois estudantes mencionados anteriormente, se envolveram com o conteúdo e realizaram pesquisas na internet por iniciativas próprias, trazendo informações sobre como calcular o valor calórico, utilizando calculadoras que fornecem as quantidades de calorias diárias considerando a idade, o sexo, a massa corporal, sua altura e atividade física que a pessoa realiza diariamente, informações que, em geral, não fazem parte da disciplina de Física, sendo mais presente nas aulas de Biologia, fatores que indicam sinais de autonomia e interesse. Acreditamos que este envolvimento pode ser associado ao tipo de atividade desenvolvida, que despertou curiosidade e instigou a procura por informação. É

importante destacar que eles conseguiram perceber que os valores energéticos diários de uma pessoa não podem ser determinados usando como referência apenas um fator, mas podem variar de acordo com o metabolismo, com a genética, com a alimentação e com a atividade física realizada.

Esta atividade foi muito produtiva. Percebemos que alguns estudantes se envolveram na atividade (como E20 e o E18), buscando informações e explicações para os questionamentos. Entretanto, alguns estudantes ainda precisam de mais atenção e acompanhamento, pois apresentam dificuldades que precisam ser sanadas. Como podemos observar pelas respostas de E04 para a seguinte pergunta feita pela professora durante a realização da atividade:

Professora: “Analisando a primeira situação (cálculo do balanço energético de uma pessoa fictícia - Tabela 1), o que está acontecendo com a energia interna¹ (metabólica) dessa pessoa?”, “E o rendimento?”

E20: “Ela está perdendo energia. O rendimento foi muito alto.”

E04: “Professora, não entendi como que é para analisar.”

Professora: “Você irá comparar a quantidade de calorias (Q) que a pessoa ingeriu nos três dias e a quantidade que ela consumiu (trabalho W) e observar se houve falta ou excesso de energia em seu corpo (energia interna ΔU).”

E04: “Entendi.”. E E04 conclui: “Então nesse primeiro caso, ela gastou mais do que comeu”, mostrando que o estudante conseguiu entender a relação entre a quantidade de calorias ingeridas com as consumidas durante as atividades físicas.

Outros estudantes conseguiram perceber a relação da atividade realizada com a Primeira Lei da Termodinâmica, como observado no posicionamento do estudante que pode auxiliar no resultado final da pesquisa.

Podemos observar como o estudante E20 consegue relacionar as informações apresentadas na tabela com as informações do livro didático, mostrando também interesse pelo conteúdo.

E06: “As pessoas quando estão dormindo, assistindo TV, mesmo em menor quantidade, gastam energia. Acho que nós deveríamos ser como as máquinas, ao serem desligadas não consomem energia.”

¹ Usamos o termo energia interna em continuidade às aulas de Física. Ao trabalharmos com as transformações de energia no corpo humano na perspectiva interdisciplinar, conceitos de energia metabólica podem ser discutidos, como no trabalho de Santana Júnior e Souza (2019).

E20: “Professora, o ser humano é um sistema termodinâmico? E se for, é aberto ou fechado?”

Professora: “O que você pensa?”

E20: “Acho que ele é um sistema termodinâmico aberto, porque aqui no livro fala que o sistema aberto troca calor com o meio e nós também ganhamos quando comemos e perdemos quando falamos, respiramos, então estamos trocando calor o tempo todo.”

Na Figura 5.2 temos uma imagem dos estudantes realizando as atividades de balanço energético, e, na Figura 5.3, uma imagem das tabelas preenchidas pelos estudantes.

Figura 5.2 - Estudantes realizando as atividades de balanço energético



Fonte: da autora (2022).

Figura 5.3 - Tabelas preenchidas pelos estudantes.

QUADRO - EXEMPLO DE CONTAGEM DE CALORIAS		
NOME	PORÇÃO	CALORIAS
Bolacha água e sal	15 unidades	115 cal
Requeijão fatia	200 ml	177 kcal
água	1,5 litro	0 kcal
TOTAL		292 kcal

QUADRO DE ATIVIDADES FÍSICAS EM CALORIAS		
ATIVIDADE FÍSICA	TEMPO	CALORIAS
Piscina	30 minutos	0,350 kcal
Vôlei	30 minutos	0,350 kcal
Laminando	2 horas	0,700 kcal
TOTAL		1,400 kcal

Legenda: Atividades dos estudantes E 06 e E26.

Fonte: da autora (2022).

5.4 Aula 4

A quarta aula foi realizada no pátio da escola para que os estudantes pudessem realizar o experimento que denominei de “bicicleta energética”. Para o experimento, utilizamos uma bicicleta com um dínamo acoplado ao pneu traseiro, ligado por um fio a um farol adaptado no guidão. Os estudantes foram convidados a pedalar, observando e analisando as alterações que aconteciam com o farol e com o seu corpo (os batimentos cardíacos acelera, o metabolismo também acelera, o seu corpo queima calorias mais rapidamente, resultando em menos acúmulo de gordura e libera hormônios que causam sensações de prazer como a endorfinas e serotoninas). Foram utilizadas duas estratégias: aula prática, que apresenta uma forma de vivenciar o conhecimento teórico, e aula expositiva e dialogada, quando os grupos, após realizarem o experimento, responderam aos questionamentos relacionados à conservação e dissipação de energia e ao funcionamento do corpo, analisando os resultados registrados. Ao final, o representante de cada grupo compartilhou os resultados para socialização e análise dos resultados.

Nesta atividade, era esperado que os estudantes fossem capazes de relacionar a atividade física com consumo de energia, observar as transformações de energia, a intensidade da luz ao pedalar, identificar conservação e dissipação de energia, responder aos questionamentos e socializar os resultados encontrados. Para análise dos resultados, a professora observou a realização do experimento, a participação e envolvimento durante toda a atividade e a socialização após responderem ao questionário.

Esta turma, devido à pandemia da COVID-19, teve o primeiro ano do Ensino Médio online. Dessa forma, eles não estavam mais acostumados a atividades lúdicas e práticas. Foi possível perceber que a maioria dos estudantes gostou de realizar esta atividade prática. Mas, também devido às características do ensino durante a pandemia, alguns estudantes apresentaram dificuldades em relação ao conteúdo abordado (energia - conservação e dissipação). Observamos, entretanto, que durante a realização do experimento, eles paravam de pedalar para observar, discutindo as possibilidades do funcionamento, evidenciando o interesse pela atividade.

Nem todos os estudantes pedalarão, apenas oito dos 32 estudantes presentes na aula se voluntariaram.

O primeiro estudante, ao pedalar a bicicleta, percebe que a luz acende e começa a pedalar intercalando o movimento em rápido, lento e parado, observando que a intensidade da luz muda. Os estudantes ficaram tentando entender como aquele dispositivo (dínamo)

fazia com que a luz acendesse. Foram surgindo várias hipóteses. Analisaram o fio que saia do dínamo e onde ele estava encaixado. Outros pedalarão e perceberam a relação do movimento da roda com a luz acender ou não.

Todos os estudantes que estavam presentes na aula (32 estudantes) participaram e se envolveram nas discussões, compartilhando experiências e ajudando na construção do conhecimento. Os estudantes E03 e E15 questionaram sobre: “O que faz a luz acender?”. A resposta dada pelo estudante E22 foi: “O dínamo”. Outra pergunta feita pelo estudante E02 foi “Como ele faz a luz acender e o que tem dentro que o leva a acender?”. Poucos estudantes conheciam um dínamo, e não sabiam explicar o seu funcionamento, no entanto, o estudante (E22), que trabalhava numa oficina mecânica e que conhecia o funcionamento de um dínamo, explicou: “O dínamo é um aparelho que você coloca no pneu da bicicleta e, ao pedalar, o dínamo gira, e, dentro dele, tem ímãs presos lá dentro e bobina (vários fios de cobre enrolados em um cilindro, girando no interior desses ímãs gerando um campo magnético), produzindo a energia através do movimento”.

Após a explicação do estudante, a professora complementa explicando que, “ao girar, temos uma variação desse campo magnético entre os ímãs e a bobina, esta variação do campo magnético gera uma força eletromotriz fazendo com que haja um fluxo de cargas gerando uma corrente elétrica, acendendo a luz”.

Os estudantes prestaram atenção na explicação do colega e acredito que eles conseguiram entender o funcionamento básico do dínamo, respondendo aos questionamentos da professora. Em seguida, os grupos responderam às questões para entregar, mas com algumas dificuldades nos conceitos de conservação e dissipação de energia.

Analisando a participação e assimilação dos estudantes durante as atividades, observa-se ainda algumas dificuldades que foram sanadas pelos próprios colegas durante a intervenção feita pela professora, como mostra os questionamentos a seguir:

Professora: “Vocês perceberam alguma relação do experimento com as disciplinas escolares?”

E18: “Com a Química.”

Professora: “Como a Química está presente?”

E04: “Não sei.”

E10: “Não sei. Tem relação com os alimentos?”

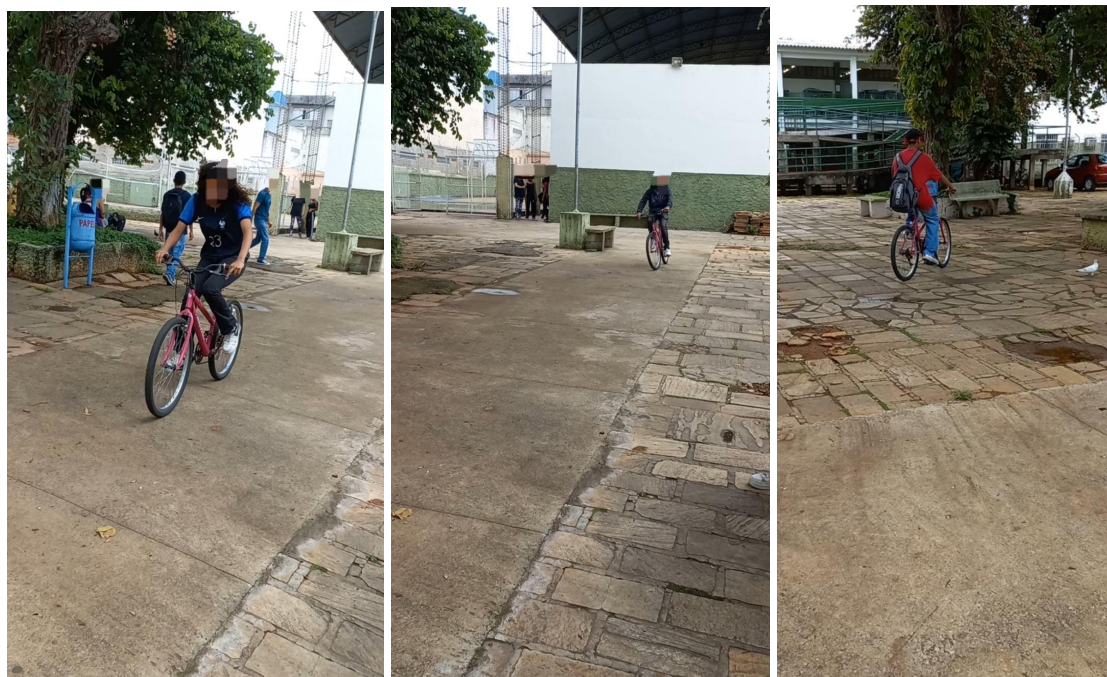
Professora: “Qual a relação da Química com os alimentos?”

E25: “É a quebra dos alimentos para transformar em energia química.”

A resposta deste último mostra que ele conseguiu relacionar os conceitos apresentados nas duas disciplinas e compartilhar com os demais seus conhecimentos.

Na Figura 5.4, temos imagens dos estudantes realizando experimento da bicicleta.

Figura 5.4 - Estudantes realizando o experimento da bicicleta.



Fonte: da autora (2022).

A atividade proporcionou discussões sobre vários tipos de conversões de energia em um sistema comum no dia a dia do estudante. O experimento caracteriza situações de conservação e dissipação de energia. Ao discutirmos o conceito de energia utilizando experimento, os estudantes puderam observar os processos de conversão e dissipação. A atividade realizada proporcionou aos estudantes perceber a relação entre os diversos tipos de energia, as possíveis conversões que podem ocorrer entre um e outro, a absorção e queima de calorias, a relação da atividade física com o bom funcionamento do corpo, além da conservação e dissipação de energia. Acreditamos que as habilidades relacionadas à transferência de energia foram desenvolvidas nos estudantes durante o experimento. No entanto, os conceitos de dissipação ainda necessitam de um pouco mais de discussão, uma vez que alguns estudantes, ao apresentarem as respostas dos questionamentos, ainda não perceberam no experimento a dissipação de energia.

5.5 Aula 5

Na quinta aula, foi realizado o experimento da queima de alimentos, na própria sala de aula. Os estudantes foram orientados a não se aproximarem para não correrem o risco de

se queimar. Esta atividade teve como propósito que os estudantes construíssem um aprendizado envolvendo os conceitos básicos de termoquímica, como: calor, energia, temperatura e caloria. Depois, relacioná-los ao conteúdo energético dos alimentos, auxiliando na interpretação de dados matemáticos. Além disso, conscientizá-los da importância de uma alimentação saudável, de analisar os rótulos dos alimentos, percebendo que a maioria dos alimentos que consumimos são processados e chegam até nós embalados e rotulados. Essas embalagens fornecem dados essenciais para realizarem análise desses rótulos e nos permitem entender a importância desses conteúdos na vida cotidiana, contribuindo para uma melhor qualidade de vida.

Utilizamos a experimentação para demonstrar a importância da interdisciplinaridade, a aplicabilidade do conteúdo no cotidiano e matematicamente a aplicação da Equação de Calorimetria ($Q = m \cdot c \cdot \Delta t$), onde (Q) é quantidade de calor em calorias, (m) a massa em gramas, (c) o calor específico, constante que depende da natureza de cada corpo em cal/g°C e (Δt) a variação da temperatura em graus Celsius.

Os dados anotados na tabela foram utilizados para realização dos cálculos na fórmula: $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$. Ao encontrar as calorias a partir da combustão das amostras dos alimentos, os estudantes observaram e analisaram os resultados encontrados e relacionaram com a quantidade de calorias ingeridas e liberadas nas atividades realizadas no parque (a ingestão dos alimentos e as físicas).

Para o experimento, foram utilizados 10 ml de água e os alimentos que utilizamos para a queima (amendoim, castanha do Pará, cheetos e torrada). Ao realizarem esta atividade, os estudantes associaram os conhecimentos de termometria, calorimetria e processos endo e exotérmicos para compreenderem os diferentes comportamentos dos alimentos durante a queima. Para esta atividade, foram utilizadas duas estratégias, uma sendo a aula prática, que apresenta uma forma de vivenciar o conhecimento teórico, e a outra, uma aula expositiva e dialogada, que podem ser estratégias eficientes para problematizar situações reais, que permitam ao estudante contextualizar e estimular a criação e a autonomia.

Para responder aos questionamentos, os estudantes anotaram, durante os experimentos, a temperatura inicial e final da água durante a queima de cada alimento e o tempo de queima de cada um. Ao longo do experimento, os estudantes foram questionados sobre o comportamento dos alimentos (por que a intensidade do fogo e o tempo de queima eram diferentes? O que poderia estar causando uma diferença de temperatura na água? Essas mudanças na temperatura e no tempo de queima podem ser relacionadas com a manutenção de nossas funções básicas (como respirar, dormir e até pensar)? E com a execução de todas

as outras atividades do cotidiano (dirigir, estudar, correr, etc.)? Durante os questionamentos, os estudantes apresentaram algumas hipóteses sobre o que estava acontecendo com os alimentos. Após as observações, os grupos responderam aos questionamentos e, no final, o representante de cada grupo compartilhou os resultados para análise e socialização.

Ao observar o experimento, já em grupos percebe-se o envolvimento, havendo diálogo, troca de informações, argumentação e uma boa participação. Os estudantes conseguiram interpretar os dados, relacionaram os alimentos que tiveram um maior tempo de queima com a variação de temperatura da água, perceberam a interdisciplinaridade na realização dos cálculos com a proporção entre quantidade de alimentos com maior quantidade de óleo e gordura (lipídios), com ganho de peso, pois possuem mais calorias e energia. Os grupos, ao resolverem os cálculos, destacaram que o estudante E02, que apresentava dificuldade (notada por todos), conseguiu não apenas resolver os cálculos, mas explicar para os colegas como havia resolvido.

Nesta atividade, os estudantes também demonstraram um grande interesse durante a realização do experimento, tentando entender as diferentes intensidades das chamas e o tempo de queima de cada alimento. Ao questionar se os estudantes conseguem identificar a quantidade de energia dos alimentos, observamos nos questionamentos que algumas dessas dificuldades podem ter sido sanadas com a interação e troca de informações pelos próprios colegas. Analisando a participação e o envolvimento dos estudantes antes da realização do experimento e nas respostas ao questionamento que a professora faz, percebemos que alguns relacionam a energia ao tamanho, ao peso, mas outros justificam que a energia está relacionada a composição dos alimentos, por serem alimentos naturais e artificiais, e também a quantidade de gordura contida nos alimentos, como podemos verificar no questionamento:

Professora: “Vocês acham que os alimentos que iremos utilizar no experimento terão o mesmo tempo de queima ? Justifique.”

E02: “ O cheetos, vai demorar mais, pois tem muito produto químico.”

E03: “O pão, tem muita caloria.”

E22: “Concordo com o E15.”

E20: “A castanha, pois tem muita caloria.”

E25: “O amendoim também tem muitas calorias.”

Professora: “Vocês acham que estes alimentos possuem a mesma quantidade de energia? Justifique sua resposta.”

E01: “Acho que sim, pois todos têm o mesmo peso.”

E32: “Também concordo com o E08”.

E16: “Acho que não, pois são de tamanhos diferentes.”

E20: “Acho que a quantidade de energia não está relacionada ao peso e tamanho, e sim da composição de cada um.”

E25: “Os que têm mais gordura, possuem mais energia.”

E08: “A castanha é mais energética.”

E27: “Acho que o amendoim é o mais energético e o cheetos o menos energético.”

E18: “Acho que a castanha é a mais energética e o cheetos o menos energético.”

Observa-se que, antes da realização do experimento, como ainda não estavam organizados em grupos, houve participação dos estudantes no levantamento de hipóteses sobre o que poderia acontecer durante a queima dos alimentos, no entanto, o envolvimento dos estudantes foi menor. Acredito que isso aconteceu porque eles ainda não estavam organizados em grupos e, talvez por medo de se exporem individualmente, poucos apresentaram as hipóteses do que poderia acontecer durante a queima dos alimentos. Ao compartilharem suas respostas para toda a turma, os representantes fizeram uma boa apresentação, mas alguns ainda ficaram inseguros, tímidos de apresentarem suas opiniões. Houve sugestões e críticas construtivas durante as apresentações. Todas foram bem aceitas, pois os estudantes perceberam que o objetivo era evolução do conhecimento.

Houve uma boa interação entre os estudantes e, mesmo os que apresentaram dificuldade para calcular a quantidade de calor liberada durante o experimento, após as discussões e apresentação dos resultados pelos grupos, a socialização e troca de experiência, conseguiram interpretar os dados, relacionaram os alimentos que tiveram um maior tempo de queima com a variação da temperatura da água.

Mesmo não havendo laboratório na escola, utilizando a própria sala de aula para realização do experimento, percebi que este tipo de atividade consegue envolver e despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes.

Pelas respostas dos questionamentos e a participação na atividade, percebe-se que os estudantes compreenderam a importância de conhecer e saber identificar as calorias dos alimentos no cotidiano.

O questionamento feito pela professora mostra o envolvimento e o conhecimento interdisciplinar dos estudantes: “Vocês saberiam identificar os alimentos utilizados para o experimento? Quais podem ser considerados como carboidratos, lipídeos e proteínas?”.

E11: “Acho que o pão é rico em carboidratos.”

E30: “As proteínas não são encontradas nas carnes e ovos?”

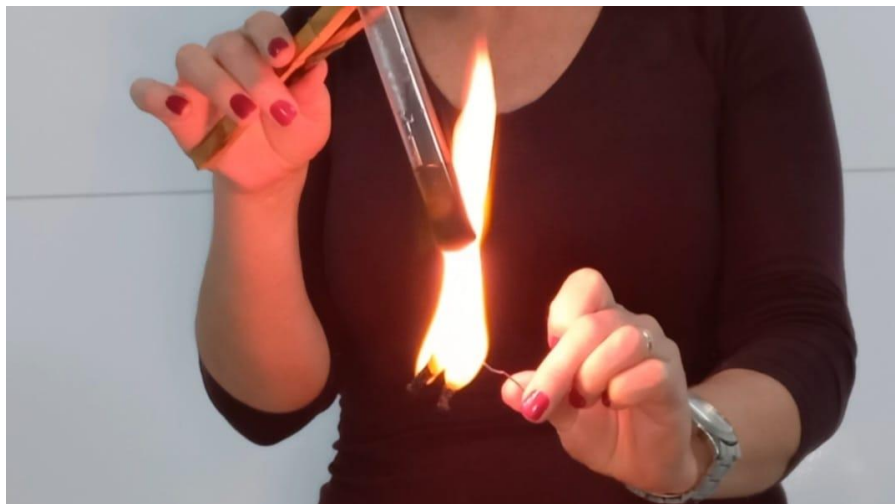
E33: “Tem proteínas animais e vegetais.”

E16: “Esses alimentos do experimento não sei identificar.”

E25: “ Acho que o amendoim e a castanha são ricos em lipídeos.”

Nas Figuras 5.5 e 5.6, podemos observar, respectivamente, a atividade de queima do amendoim e do salgadinho de milho.

Figura 5.5 - Atividade experimental da Queima do amendoim



Fonte: da autora (2022).

Figura 5.6 - Atividade experimental da queima do salgadinho de milho.



Fonte: da autora (2022).

5.6 Aula 6

A sexta aula foi desenvolvida na sala de vídeo. Os estudantes se organizaram em grupos e receberam um texto interdisciplinar que relaciona Física às disciplinas de Biologia e Química, numa tentativa de mostrar a importância e a relação entre os conteúdos, ampliando

o conhecimento dos estudantes em outras disciplinas. Durante a leitura, a professora apresentou alguns questionamentos: “Por que precisamos nos alimentar?”, “O que é a taxa de metabolismo de um organismo?”, para que os grupos pudessem relatar situações do cotidiano que envolvam os processos discutidos no texto e, como estímulo, para participação na atividade. A estratégia utilizada nesta atividade foi aula expositiva e dialogada com leitura compartilhada, na qual os estudantes e a professora realizavam a leitura dos parágrafos fazendo análises e considerações. Após a leitura, os grupos responderam aos questionamentos e socializaram as respostas. Complementando a atividade, foi disponibilizado um vídeo complementar do texto e, como tarefa para casa, os estudantes deveriam realizar uma pesquisa relacionada ao conteúdo com aspectos do dia a dia no contexto interdisciplinar. Três grupos realizaram a pesquisa sobre termodinâmica (as leis da termodinâmica, ciclo de Carnot e máquina térmica), dois grupos realizaram a pesquisa de termoquímica (reações endotérmicas e exotérmicas, Lei de Hess e entalpia) e dois grupos sobre metabolismo (metabolismo energético, fluxo de matéria e energia, anabolismo e catabolismo).

Durante a leitura do texto, a professora foi realizando alguns questionamentos para analisar a participação, a assimilação e observar se o diálogo e as trocas de informações podem auxiliar na construção do conhecimento, como mostra os questionamentos relacionados à alimentação e a interdisciplinaridade.

Professora: “Por que precisamos nos alimentar?”

E02: “Para ficarmos fortes.”

E03: “Para termos uma boa saúde.”

E25: “Para termos energia para fazer as coisas.”

Professora: “Além dos exemplos citados no texto de processos endotérmicos e exotérmicos, que outras situações no seu cotidiano poderiam ser consideradas como exemplos?”

E02: “A evaporação da água é um processo endotérmico.”

E16: “A queima da vela é um processo exotérmico.”

Professora: “Pesquisar para a próxima aula se a fotossíntese se encaixa em um dos processos citados anteriormente (endotérmicos e exotérmicos).”

Na Figura 5.7, temos imagens dos estudantes realizando a leitura compartilhada.

Figura 5.7 - Estudantes realizando a leitura compartilhada.



Fonte: da autora (2022).

Nesta atividade, observei que os estudantes realizaram as atividades, mas não apresentaram o mesmo envolvimento e entusiasmo que as atividades anteriores. Porém, acredito que este tipo de atividade é necessária para que os estudantes desenvolvam o hábito pela leitura, e para o aprimoramento das atividades, sendo essencial que eles entendam a importância da teoria na construção do conhecimento, a partir de sua própria formação.

Observei que a sincronia entre as disciplinas de Biologia, Física e Química, que não é essencial, ajudou muito para que os estudantes conseguissem estabelecer uma conexão entre elas, pois a professora de Biologia estava trabalhando o metabolismo, a de Química, a Termoquímica, conteúdos essenciais para a compreensão da atividade. O problema observado foi a falta de conhecimento sobre conservação e dissipação de energia, temas estes trabalhados no primeiro ano do Ensino Médio. Porém, durante este período, os estudantes estudaram de forma remota, devido a pandemia da COVID 19. Em vários momentos, foi necessária a interferência da professora, uma vez que se esperava um posicionamento mais ativo, firme e convicto dos estudantes frente à proposta. Entretanto, o que se observou foi uma postura voltada para a espera de respostas prontas da professora, ao invés de buscar por conhecimentos. Este problema começou a ser sanado pela professora, por meio de intervenção e mediação oral, na aula quatro, fazendo-os refletir sobre situações do cotidiano sem apresentar as respostas, como esperavam, e mantendo o andamento da atividade.

5.7 Aula 7

Para esta atividade, os representantes dos grupos apresentaram as pesquisas relacionadas à aula anterior. Durante as apresentações, surgiram vários comentários, apresentando os pontos principais, as observações e conclusões relacionadas ao que encontraram ao pesquisar, principalmente curiosidades como: “Não é possível aumentar o metabolismo. As mudanças hormonais das meninas não alteram o metabolismo. A termodinâmica se aplica desde as máquinas térmicas à meteorologia, com a medição de pressão e temperatura, umidade relativa do ar. A termoquímica ocorre na prática, ao acendermos uma fogueira, cozinhar alimentos no fogão, combustão da gasolina nos automóveis”. Durante as apresentações, houve uma boa interação dos grupos e a maioria percebeu a importância da fundamentação teórica.

Na segunda parte da aula, a professora, na sala de vídeo, após as apresentações dos trabalhos, organizou a turma em duplas para uma melhor disposição e realização da atividade no simulador, e compartilhou no retroprojeto o passo a passo para entrar no simulador.

As duplas, no celular, manusearam o simulador PhET e, após a familiarização, realizaram as atividades que foram divididas em duas etapas, respondendo aos questionários e socializando as questões do simulador. A atividade com o simulador PhET foi realizada seguindo um roteiro orientador com objetivo de despertar nos estudantes o interesse pelo conteúdo e levá-los a estabelecer uma relação entre as transformações de energias e o corpo humano. Durante a atividade, as duplas observaram a importância de alimentar o menino para a realização da atividade física e as diferentes formas de energia liberadas. Já no segundo momento, analisaram o comportamento da água durante o aquecimento, relacionando os processos endotérmicos e exotérmicos com a primeira lei da termodinâmica.

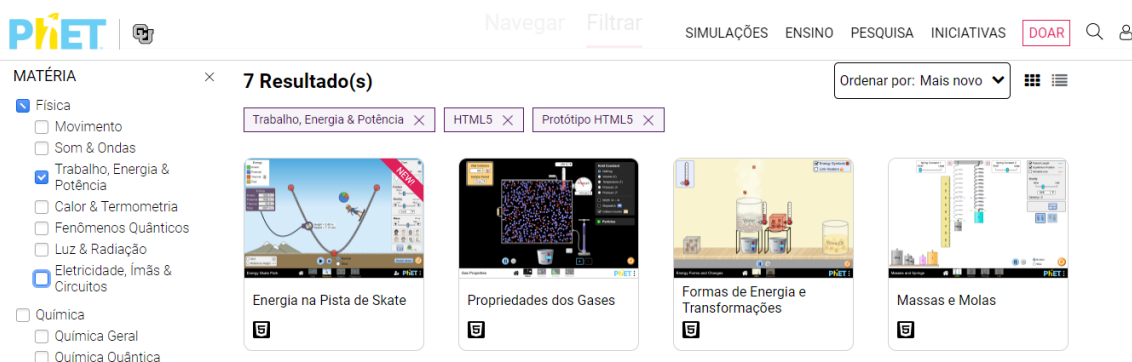
Analisando a reação dos estudantes, foi percebido que eles não tiveram dificuldade em manusear o simulador, ficaram empenhados, mostrando-se motivados com as atividades, percebendo a relação da atividade do simulador PhET com situações do cotidiano. Alguns estudantes atletas compartilharam experiências vivenciadas durante os períodos de competição, outros comentaram as mudanças nos hábitos alimentares, depois que entraram na adolescência. Além disso, outros estudantes que praticam atividades físicas extracurriculares (academia) também comentaram as mudanças observadas em seus hábitos alimentares e a disposição do corpo em realizar tarefas. Durante a socialização, houve uma participação efetiva, com os estudantes demonstrando interesse pelo conteúdo. Mesmo sem laboratório de informática, utilizando o retroprojeto e celular, acredito que este tipo de

atividade pode ser utilizado para melhorar a aprendizagem, pois houve uma boa participação e envolvimento nesta atividade com resultado satisfatório.

Esta atividade foi dividida em três momentos: o primeiro momento foi destinado para os estudantes interagirem com o simulador; o segundo, para que resolvessem as atividades no simulador e, no último momento, para os estudantes responderem ao questionário proposto. Após responderem ao questionário, a professora, por meio do diálogo, estimulou os estudantes a perceberem a analogia das atividades feitas anteriormente com a realizada no simulador.

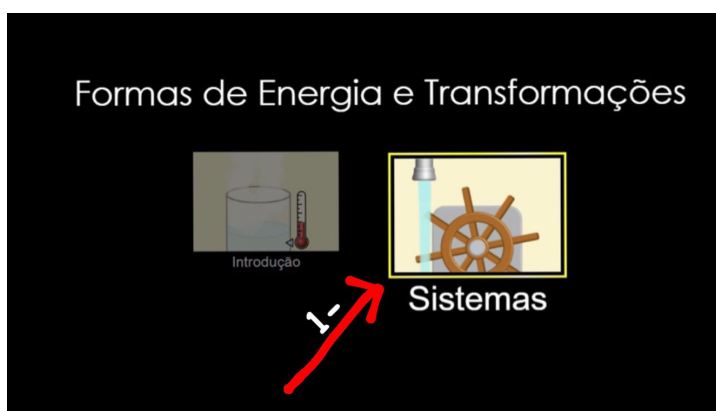
Na Figura 5.8, mostramos a página inicial do simulador PhET, na Figura 5.9, a página inicial do PhET “Formas de energia e transformações” e, na Figura 5.10, a simulação “Formas de energia e transformações”.

Figura 5.8 - Página inicial do simulador Phet.



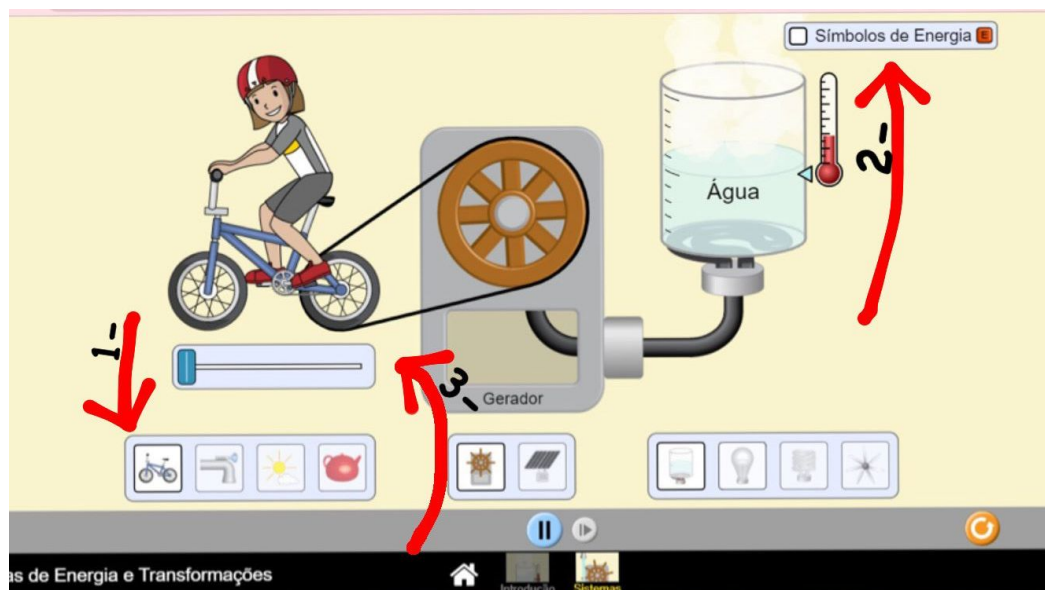
Fonte: da autora (2022).

Figura 5.9 - Página inicial do Phet “Formas de energia e transformações”.



Fonte: da autora (2022).

Figura 5.10 - Simulação “Formas de energia e transformações”.



Fonte: da autora (2022).

Ao abrir o simulador, iniciaram a atividade clicando em sistemas e escolhendo a opção de acordo com o roteiro das atividades.

Os estudantes foram orientados seguir o roteiro da atividade:

- Clique na bicicleta
- Ative o símbolo de energia
- Acione o cursor para movimentar a bicicleta
- Após acionar o cursor, deixe a bicicleta rodar e observe o comportamento do menino e a liberação de energia para realização da atividade

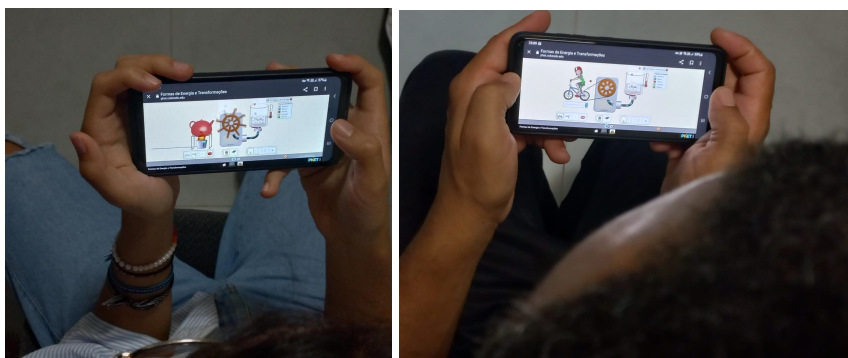
Podemos ver os estudantes interagindo com o simulador nas Figuras 5.11 e 5.12.

Figuras 5.11 - Estudantes conhecendo e manuseando o simulador.



Fonte: da autora (2022).

Figura 5.12 - Estudantes realizando as atividades no simulador pelo celular.



Fonte: da autora (2022).

Durante a simulação, as duplas foram interagindo, trocando informações e respondendo aos questionamentos. Assim, foi possível observar uma participação efetiva, um interesse pela atividade, auxiliando na construção do conhecimento, como podemos observar nas respostas do roteiro, mostradas a seguir:

Na segunda questão - Quais os tipos de transformações de Energia envolvida no processo?

E08 e E04: “Apareceram todas que estavam no quadradinho.”

E25 e E30: “Enquanto ele estava pedalando aparece as energias - mecânica, elétrica, térmica e química, apenas não apareceu a luminosa.”

Na terceira questão - Qual a relação do alimento ingerido pelo menino com a equação da primeira Lei da Termodinâmica?

E02 e E01 : “Não sabemos.”

E08 e E04: “Ele precisa comer para se movimentar.”

E16 e E20 “A quantidade de calor (alimento) que o corpo recebe é igual ao trabalho (andar, falar, dormir...) realizado por ele mais a variação da energia interna (ΔU).”

E12 e E28: “A primeira lei fala que a energia interna é a diferença entre a quantidade de calor trocada e o trabalho realizado, ou seja, o menino precisa comer para conseguir pedalar.”

Durante a simulação, os estudantes, ao colocarem o menino para pedalar a bicicleta e marcar a opção símbolo de energia, conseguiram perceber, por meio da simulação, a energia química dos alimentos se transformando em energia elétrica, ao acender a lâmpada; e térmica, ao aquecer a água.

Na segunda parte da atividade, os estudantes conseguiram relacionar as Leis da Termodinâmica com as formas de energia liberada no aquecimento da água e com as atividades realizadas pelo nosso corpo.

Na primeira parte da atividade, os estudantes se familiarizaram com o simulador, observando as transformações de energia. Merecem destaque a dupla E25 e E30, que conseguiu perceber as transformações de energia que ocorrem no corpo do menino e no sistema quando ele pedala. Eles conseguiram perceber que, quando o menino está pedalando, a única forma de energia que não foi produzida é a luminosa.

Na terceira questão, que pede a relação do alimento consumido pelo menino com a primeira Lei da Termodinâmica, observa-se que alguns estudantes ainda apresentaram dificuldades, como a dupla E02 e E01, que não soube responder, e a dupla E08 e E04, que respondeu, mas não soube explicar. Já as duplas E16 e E20, e E12 e E28 conseguiram perceber a relação entre o consumo dos alimentos (Q) e as atividades realizadas (W), ou seja, as transformações de energia que ocorrem no nosso corpo com situações do cotidiano, por apresentarem uma fala mais “clara” e simples. Suas falas podem ter sanado as dúvidas das primeiras duplas, colaborando para a construção do conhecimento.

Pude constatar que a atividade no simulador proporcionou aos estudantes uma maior participação, interação e troca de conhecimento, pois durante a simulação, para responderem aos questionamentos, mesmo as duplas com mais dificuldades, estavam buscando encontrar soluções e, após responderem por escrito, durante a socialização, estavam atentos às respostas dos colegas.

Mesmo sem laboratório de informática, utilizando o retroprojektor e celular, acredito que este tipo de atividade pode ser utilizado para melhorar a aprendizagem, pois proporciona uma boa participação e envolvimento, com resultado satisfatório.

5.8 Aula 8

A oitava aula também foi realizada na sala de vídeo, por apresentar um espaço maior para realização da atividade. A estratégia utilizada nesta atividade foi a roda de conversa, com objetivo de construir um ambiente de diálogo, permitindo que estudantes se expressem e fortaleçam a interação entre os conceitos de termodinâmica, termoquímica e metabolismo associados ao funcionamento do corpo humano, além de promover troca de informações e conhecimentos.

Os estudantes foram orientados na aula anterior a elaborar perguntas de interesse relacionadas a alimentação e atividade física, a esportes paralímpicos, em especial natação. Os mesmos foram organizados em círculo, para facilitar a interação e envolvimento durante o diálogo. Para a roda de conversa, convidamos um atleta paralímpico de natação, estudante

da escola, do 3º ano do Ensino Médio, para conversar com a turma sobre suas experiências como atleta, levando-os a refletir sobre os conhecimentos adquiridos ao longo das atividades.

Os estudantes participaram de forma efetiva da atividade, elaboraram questionamentos referentes a atividades físicas e modalidades paralímpicas, como: “Como e quando percebeu o interesse pela natação?”, “Existe uma modalidade certa para cada tipo de deficiência?”, “Como é sua rotina?”, “Crianças com deficiência podem praticar esportes?”, “Quais esportes deram mais medalhas para o Brasil nos Jogos Paralímpicos?”, “O Karatê e o Taekwondo são considerados esportes Paralímpicos?”.

O estudante (E05) chamou atenção, pois ao longo das atividades, não demonstrou interesse e envolvimento, mas nesta atividade demonstrou entusiasmo, participando dos questionamentos: “Qual o nado mais difícil de ser ensinado?”.

Esta atividade possibilitou aos estudantes comparar as atividades realizadas anteriormente como o experimento da bicicleta, a queima dos alimentos e a atividade do simulador com a experiência vivenciada pelo atleta. Como na turma também tem alguns atletas, mas de outras modalidades, o diálogo foi muito enriquecedor.

Foi uma atividade que os grupos não apresentaram registro para entregar, mas houve participação, envolvimento e entusiasmo durante a atividade e, mesmo os mais tímidos e inibidos participaram, dando opiniões e exemplos do cotidiano sobre os diversos tipos de atividade físicas olímpicas e paraolímpicas (FIGURA 5.13).

Figura 5.13 - Imagem da roda de conversa



Fonte da autora (2022).

5.9 Aula 9

Na nona aula, as atividades foram organizadas na sala de aula. Os grupos foram orientados a confeccionar os cartazes, folders e panfletos e finalizar a confecção extra classe,

para que os grupos tivessem oportunidade de organizar, pesquisar para finalizar as atividades. Alguns materiais foram fornecidos pela escola, como: cartolina, cola, pincel, revistas para recorte, etc. Os grupos foram orientados a abordarem no trabalho os conteúdos das três disciplinas (Metabolismo, Termoquímica e Termodinâmica), de forma clara e sucinta, para que, ao apresentarem à comunidade, os mesmos fossem capazes de entender o objetivo e o propósito da atividade.

Cada grupo criou dois cartazes em cartolina, folders e panfletos apresentando textos e imagens explicativas, utilizando os conceitos trabalhados durante as atividades e exemplos do cotidiano, sobre: as transformações de energia, conservação e dissipação, processos endo e exotérmicos, metabolismo além das influências da temperatura, do calor e da sensação térmica.

A atividade procurou estimular os estudantes a se interessarem pelo aprendizado, oferecendo os conteúdos do currículo escolar com atividades lúdicas e interativas, tornando o aprendizado passível de ser consolidado, além de proporcionar conexão dos conceitos das disciplinas de Física, Química e Biologia

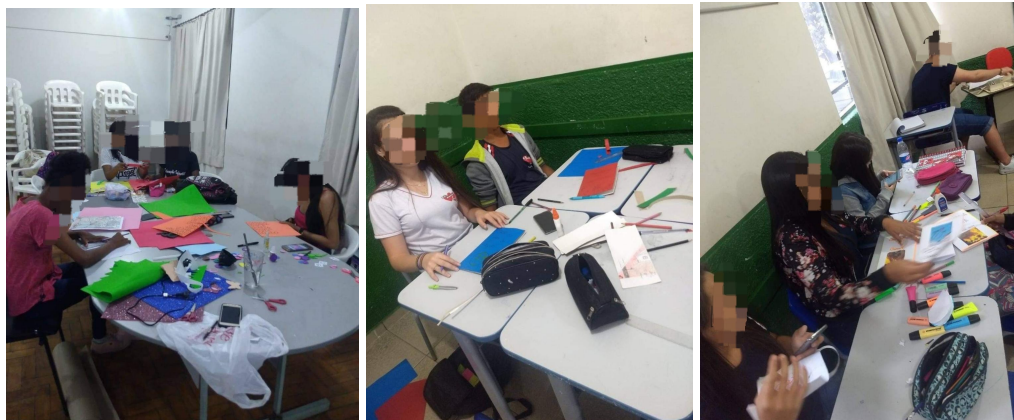
Para a produção do material, os estudantes se fundamentaram buscando informações nos livros didáticos, explorando a internet, e trocando informações entre os próprios colegas do grupo, para que os materiais confeccionados apresentassem os conteúdos curriculares mencionados acima e os estudantes pudessem levar o conhecimento científico para a comunidade escolar de maneira clara e objetiva, realizando a divulgação dos trabalhos, por meio de exposição dos cartazes no mural da escola, distribuição de panfletos e folders entregues nas demais turmas da escola que não participaram da pesquisa e no portão da própria escola, para a comunidade.

Os objetivos da atividade foram agregar as disciplinas e alguns dos seus temas curriculares, estimular e motivar os estudantes a participarem das atividades teóricas e práticas para compreenderem os aspectos relacionados à Termodinâmica, Termoquímica e metabolismo, fundamentais para o bom funcionamento do nosso corpo.

Houve uma boa receptividade tanto dos estudantes da escola, quanto de toda comunidade escolar, o que os motivou bastante. O objetivo foi alcançado, pois os estudantes conseguiram mostrar o conteúdo de termodinâmica suas aplicações no dia a dia, relacionando a importância de uma boa alimentação, e de atividades físicas para o bom funcionamento do corpo.

A avaliação foi realizada durante toda a atividade, não houve avaliações quantitativas, sendo possível observar, o interesse e o envolvimento dos estudantes (FIGURA 5.14).

Figura 5.14 - Estudantes preparando o material para divulgação.



Fonte da autora (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi realizada com objetivo de verificar a potencialidade do ensino interdisciplinar visando beneficiar estudantes, em especial os com dificuldade de aprendizado, no ensino de Física, considerando sua vivência na construção do conhecimento e no desenvolvimento da autonomia dos estudantes. A pesquisa ocorreu com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, onde se buscou relacionar a Termodinâmica às disciplinas de Química, Biologia e Física associados ao corpo humano. A realização da pesquisa possibilitou observar que trabalhar os conteúdos da Termodinâmica utilizando a interdisciplinaridade com atividades diferenciadas por meio da investigação, relacionando-as ao dia-a-dia dos estudantes proporciona um processo de ensino e de aprendizagem mais interativo e participativo, despertando maior interesse e autonomia dos estudantes pelo conteúdo.

A utilização de atividades interdisciplinares diferenciadas proporcionou aos estudantes entusiasmo e motivação na busca pela construção de novos saberes. Para solucionar as atividades propostas, os estudantes utilizaram de pesquisa, levantamento de hipóteses, análise das informações, discussões entre os grupos, bem como, confrontaram aquilo que já se sabe com os dados apresentados.

A realização das atividades em espaços variados de aprendizagem, como parque municipal, sala de vídeo, sala de aula e pátio da escola, contribuiu para a aprendizagem dos estudantes, que realizaram as atividades com mais ânimo e entusiasmo, apresentando um maior interesse em buscar novos conhecimentos.

Poderíamos ter tido mais tempo para o desenvolvimento da sequência. No final do ano, são muitas as atividades para o encerramento do ano letivo. Desenvolver atividades extras acaba ficando cansativo para os estudantes. Em relação à estrutura física da escola, observamos que ela apresenta salas pequenas para a quantidade de estudantes, sem sala de laboratório de informática e de ciências da natureza (Física, Química e Biologia). Mesmo com essas limitações, a sequência se mostrou viável.

Foi possível observar a construção dos conceitos de Termodinâmica ao longo da sequência, ao verificarmos suas evoluções durante a realização das atividades.

Os estudantes demonstraram, durante todas as atividades, um grande interesse, participação, respeito e carinho pela professora, o que também foi fundamental para o crescimento. As atividades investigativas e interdisciplinares motivaram os estudantes a

buscar mais informações. Acredito que é por meio da educação que iremos formar cidadãos críticos e agentes de transformação da sociedade.

Em relação aos estudantes com maior dificuldade, eles começaram a participar mais das atividades a partir da terceira aula, respondendo aos questionamentos, comparando as respostas apresentadas pelos colegas, dando opiniões e participando dos diálogos e das trocas de informações durante as atividades. Observei, por exemplo, que, na aula seis, o estudante com dificuldade de realizar operações básicas conseguiu calcular a quantidade de calorias e explicar para os colegas o processo. Outro exemplo foi na aula nove, quando um estudante introspectivo, que quase nunca se manifestava em aula, participou da roda de conversa, questionando e dando opiniões.

O envolvimento efetivo dos estudantes durante o desenvolvimento da sequência didática também foi observado pelas professoras de Química e de Biologia. As professoras relataram que os estudantes correlacionaram os conteúdos de termoquímica e metabolismo com as atividades realizadas, principalmente nas aulas quatro, cinco, seis e sete, quando eles percebiam a interdisciplinaridade entre os conteúdos das três disciplinas e relacionavam com situações do cotidiano.

Na última aula, os estudantes realizaram a confecção de cartazes, folders e podcast, sintetizando de maneira objetiva para apresentar à comunidade escolar a importância de uma boa alimentação e das atividades, e associar todas essas informações ao conteúdo de Termodinâmica.

Considero que os objetivos foram atingidos, uma vez que foi possível identificar alguns conhecimentos prévios e posteriores dos estudantes durante a realização da sequência e a utilização de atividades interdisciplinares e investigativas foram bem aceitas, contribuindo para a construção de conhecimentos da Termodinâmica. As atividades diversificadas mostraram que alguns estudantes foram além do solicitado, o que mostra interesse e autonomia.

A análise dos resultados evidenciou que as atividades desenvolvidas contribuíram para que os estudantes se sentissem motivados, autônomos e responsáveis pelo seu aprendizado. Portanto, acredito que as atividades com caráter interdisciplinar e investigativo podem favorecer a construção do conhecimento de maneira prazerosa, criativa, dinâmica e autônoma, aumentando o desejo de aprender.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Francisco Regis Vieira; CAVALCANTE, Mairton Rome. Obstáculos (epistemológicos) e o ensino de ciências e matemática. **Interfaces da Educação**. v.8, n. 23, p. 253-274, 2017.
- BATISTA, Renata F. M; SILVA, Cibelle Celestino. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos avançados**, v. 32, p. 97-110, 2018.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. 1998.
- CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES FILHO, José de Pinho. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n.1, p. 101-129, maio 2015.
- DELIZOICOV, Demétrio.; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1992.
- FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lucia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.19, p. 1-25, 2017.
- GARRUTTI, Érica Aparecida; SANTOS, Simone Regina dos. A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. **Revista de Iniciação Científica da FFC**, v. 4, n. 2, 2004.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora Ltda, 1976.
- JESUS, Saul. Estratégias para motivar os alunos. **Educação**, Porto Alegre, v. 31, n. 1, p. 21-29, enero-abril, 2008.
- JESUS, Weslei Oliveira de; BARBOSA; Mayara Lustosa de Oliveira; MOREIRA, Débora Astoni. Ensino por investigação: contribuições de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem de Cinética Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 383-395, 2022.
- MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático pedagógica no ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, p. 428-440, 2018.
- PAIVA, Fernando Fernandes; BARBATO, Daniela Maria Lemos; PAIVA, Mirella Lopez Martini Fernandes; JOÃO, Herbert Alexandre; MUNIZ, Sérgio Ricardo. Orientações motivacionais de alunos do ensino médio para física: considerações psicométricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. 1-9, 2018.

PIRES, Marília Freitas de Campos. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. **Interface – Comunic, Saúde, Educ.** v. 2, n.2, p. 173-182, 1998.

SANTANA JÚNIOR, José Luiz SOUZA, Gilmar Pereira de. **As transformações de energia no corpo humano, da alimentação à atividade física.** Uma perspectiva de conhecimento integrado no Ensino de Ciências. Produto educacional (Produção técnica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n.1, 2009.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; LAMAS, Maria Fernanda Penteado. A estratégia “laboratório aberto” para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, n. 6, p. 200-207, 2010.

APÊNDICE A

Declaração de Anuência da Escola

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

Aceito que a mestranda do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu do Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática na Universidade Federal de Lavras/MG (UFLA) realize sua investigação junto aos alunos do 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Américo Dias Pereira, localizada na Rua Nelson Rezende Fonseca, nº 294, centro, Três Corações/MG, CEP 37410-000 telefone: (35) 32311443, e-mail: escola.174416@educacao.mg.gov.br, a desenvolver sua pesquisa intitulada: “A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO POR PROJETO DE TERMODINÂMICA” sob a orientação da professora Dra. Helena Libardi. Autorizo ainda, a divulgação do nome da Instituição na dissertação e nas publicações científicas oriundas desta pesquisa.

Esta prevê uma prática pedagógica, entre os meses de novembro e dezembro de 2022, na escola, em horários a serem acordados com os alunos, de modo a não interferir nas atividades de rotina da Instituição. Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nesta pesquisa, concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento, desde que seja assegurado o que segue:

- 1) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- 2) Que não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nesta pesquisa;
- 3) No caso do não cumprimento dos itens acima, a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Três Corações/MG _____ de _____ 20 _____

Diretor(a) da Escola/Carimbo

Dircelene de Rezende Arantes Oliveira

Mestranda em Ensino de Ciências e Educação Matemática na Universidade Federal de Lavras/MG (UFLA)

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo o(a) aluno(a)..... a participar da pesquisa intitulada: “A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO POR PROJETO DE TERMODINÂMICA”, desenvolvida pela mestrandia Dircelene de Rezende Arantes Oliveira, da Universidade Federal de Lavras/MG (UFLA), orientada pela professora Dra. Helena Libardi,

A pesquisa será realizada na Escola Estadual Américo Dias Pereira, a qual ocorreu durante o horário de aula, tendo por objetivo geral verificar a potencialidade do ensino interdisciplinar visando incluir os estudantes com dificuldade de aprendizado no ensino de Física, considerando sua vivência na construção do conhecimento. Como o projeto de intervenção será proposto atividades que valorizam os conhecimentos prévios dos alunos, oportunizando o uso de tecnologias, promovendo a autonomia do aluno trabalhando com metodologias diferenciadas, contribuindo assim para o conhecimento. Os conceitos e conteúdos serão ministrados em variados ambientes de aprendizagem como: sala de aula, Parque Dondinho, Pátio escolar e sala de vídeo.

Estou ciente de que a partir da presente data:

Três Corações/MG ____ de _____ 20 ____

- a) Da garantia de receber, a qualquer momento, resposta a toda pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca da pesquisa e de seus procedimentos;
- b) Da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isso traga qualquer prejuízo ao meu/minha filho/filha;
- c) Da garantia de que meu/minha filho/a não será identificado/a quando da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa;
- d) Do compromisso do pesquisador de proporcionar-me informações atualizadas obtidas durante o estudo, ainda que isto possa afetar a participação de meu/minha filho/a;
- e) De que esta investigação está sendo desenvolvida como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática, estando a pesquisadora inserida no Mestrado Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras/MG – (UFLA)
- f) Da inexistência de custos.

Assinatura do responsável

Assinatura do responsável